Journal of Environmental Studies and Researches (2023),13(3):240-264

دراسة معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي لري الغابات الشجيرية والمسطحات الخضراء لرفع الوعي البيئي من خلال بعض أهداف التنمية المستدامة

دنيا ربيع، عصام جمال غانم

معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة مدينة السادات

ملخص:

الحفاظ علي المياه كمورد طبيعي وتوفير المياه الصالحة للشرب إلى المواطن والأجيال القادمة أحد أدوات التنمية المستدامة. يساهم معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي واستعماله في الري في تقليل استهلاك مياه نهر النيل المستخدمة في الزراعة وتوفير هذه الكمية لمياه الشرب وبذلك نحقق التنمية المستدامة وأهداف التنيمة المستدامة رقم 3 –6–11–13 ومقاومة تغير المناخ. هدف هذا البحث هو رفع الوعي البيئي بالتنمية المستدامة بإيضاح أهمية معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي وأهمية دراسة كفاءة المعالجة وجودة السيب النهائي لمياه الصرف الصحي والصناعي المعالج. وقد تم دراسة كفاءة المعالجة علي محطة معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي معاً باستخدام تقنية برك الأكسدة. وأظهرت الدراسة أن كفاءة محطة المُعالجة لمياه الصرف الصحي في المعالجة الثنائية قد سجلت قيمة موجبة لمؤشرات COD , BOD5, TSS وهي 91.63 % و 96.04 % و 94.00 % علي التوالى. وقد سجلت كفاءة محطة المُعالجة لمياه الصرف الصحي في المعالجة الثلاثية قيمة موجبة لمؤشرات COD , BOD5, TSS وهي 94.40 % و 97.64 % و 96.68 % علي التوالى. وقد سجلت كفاءة محطة المُعالجة لمياه الصرف الصناعي في المعالجة الابتدائية قيمة موجبة لمؤشرات COD , BOD5, TSS وهي 94.7 % و 85.8 % و 83.1 % علي التوالى ونستنتج من النتائج التي تم الحصول عليها أنه يمكننا الاستفادة من مياه الصرف الصحي والصناعي المعالج في ري الغابات الشجيرية الغير مثمره وري المسطحات الخضراء. ومن هنا قد حققنا أهداف التنمية المستدامة بالحفاظ على مياه نهر النيل كمورد طبيعي صحي ونظيف للأجيال القادمة والحالية وتوفيرها للشرب وبعلاج مياه الصرف الصحي لن تصرف في مياه نهر النيل أو البحر وبالتإلى قللنا التلوث وانبعاثاته.

الكلمات المفتاحية: التنمية المستدامة – مياه الصرف الصحي المعالج – كفاءة المعالجة – الري.

مقدمة:

تعد المياه أحد أهم عوامل التنمية المستدامة، لذا فإن الحاجة ماسة لترشيد استخدام المتاح من هذه الموارد المائية. حيث يمكن الاستفادة من مياه الصرف الصحي والصناعي المعالج لتحقيق أهداف التنمية المستدامة 3 وهو الصحة الجيدة والرفاه والهدف 6 وهو المياه النظيفة والنظافة الصحية والهدف 11 وهو مدن ومجتمعات محلية مستدامة والهدف 13 وهو العمل المناخي عن طريق معالجة مياه الصرف الصحي وبالتإلى سوف يتم تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئ CO2eq الذي يجعل المدن تقلل من التأثيرات المناخية. يبلغ متوسط البصمة الكربونية لكل حجم من انبعاثات مياه الصرف الصحي 0.38 كجم من ثاني أكسيد الكربون/ م3 (Louis, et al., 2021). تعتبر المياه أهم الموارد الطبيعية على الإطلاق إذ أنها أساسية لحياة الإنسان ورفاهيته، ويتزايد الطلب على هذه المادة الأساسية باستمرار، وفي هذا الصدد يبرز التوازن بين التكإليف الاقتصادية للمياه والمنافع المتحققة من جراء استخداماتها كأحد الجوانب الهامة في اقتصاديات المياه وإدارة الطلب عليها، ومصر واحدة من بين الدول التي تواجه أزمة ندرة في هذا المورد الأساسي والتي تعد تحديا كبيرا أمام نموها الاقتصادي رغم تنوع مصادرها المائية وموقعها الجغرافي، إلا أن التزايد السكاني السريع وارتفاع وتيرة التطور الصناعي زاد من الطلب على الموارد المائية، وأمام هذا الوضع كان لازما وضع استراتيجية فعالة لرفع كفاءة الاستخدام وترشيد استغلال هذه الموارد وإدارة الطلب للزراعة والصناعة والاحتياجات المنزلية ، وضمان الاستدامة المائية في مصر. ومن هذه الموارد مياه الصرف الصحي والصناعي التي يجب معالجتها والاستفادة منها للحفاظ على البيئة وتحقيق التنمية المستدامة. وهي تمثل مورداً إضافياً للمياه وتلعب دورا بارزا كمصدر هام للمياه المستخدمة في الأغراض الزراعية والصناعية ولتحقيق التنمية المستدامة. وقد شهدت مصر في السنوات الأخيرة تركيزاً على ضرورة إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة. إن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة للري الزراعي قد يساعد على استعادة العناصر الغذائية (N و P) إلى الدورات البيوجيوكيميائية الطبيعية (Santos et al., 2023,) حيث يمكن استخدام مياه الصرف الصحي لإنشاء مزارع جديدة في الأراضي الصحراوية وأظهرت إمكانات عالية لتشجير الأنواع متعددة الأغراض ذات الأهمية الاقتصادية.

أهمية الدراسة:

الأهمية النظرية للبحث:

تكمن أهمية الدراسة في إيضاح أهمية معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي وأهمية تقييم كفاءة المعالجة وجودة السيب النهائي لمياه الصرف الصحي والصناعي المعالج لري الأشجار والمسطحات الخضراء حيث أن كفاءة المعالجة عامل مؤثر في توجيه استخدام مياه الصرف المعالج هل يتم استخدامها لري الأشجار الخشبية أو الأشجار المثمرة أو مسطحات الخضراء أوحقنه

فـي الخـزان الجـوفي المحلـي وبـذلك نحقـق التنميـة المسـتدامة وأهـداف التنيمـة المسـتدامة رقـم 3 –6– 11–13 ومقاومـة تغيـر المنـاخ لرفـع الـوعي البيئـي بأهـداف التنميـة المسـتدامة المـذكورة. حيـث أصبحت قضية البيئة والاستدامة قضية يهتم بها العالم ومصر.

الأهمية التطبيقية للبحث:

يسـاعد هـذا البحـث المسـئولين فـي محطـات معالجـة الصـرف الصـحي والصـناعي والعـاملين بهيئـة المجتمعـات العمرانيـة رفـع الـوعي البيئـي مـن خـلال توضـيح أن اسـتخدام ميـاه الصـرف الصـحي والصـناعي المعـالج يمكـن اسـتخدامه فـي اسـتزراع المسـطحات الخضـراء والأشـجار الغيـر مثمـرة وهـذا سـوف يعـزز الاسـتدامة المائيـة بالإضـافة إلـى حسـاب كفـاءة معالجـة ميـاه الصـرف الصـحي للتأكـد مـن جودة المياه المستخدمة في الري.

أهمية معالجة وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي والصرف الصناعي:

- ضمان استدامة المياه لتعزيز الاستدامة البيئية و الحد من استنزاف الموارد المائية الطبيعية.
- الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وانبعاثات الكربون وهذا للحد من تغير المناخ.
- تحسين جـودة الميـاه السـطحية والجوفيـة والتـي تـؤثر مباشـره علـي حمايـة المحـيط الحيـوي ككـل مياه هواء تربه من التلوث.
- سـد الزيـادة فـي الطلـب المتوقـع علـى الميـاه الشـرب نتيجـة الكثافـة السـكانية والزيـادة السـكانية المتوقعة.
- استخدامها في زراعة وري الغابات الشجيرية والمسطحات الخضراء والزراعة

وفقـاً للنشـرة السـنوية للجهـاز المركـزي للتعبئـة العامـة والإحصـاء بمصـر لعـام 2023، لإحصـاء الـري والمـوارد المائيـة والتـي ترصـد تطـور حجـم الميـاه المسـتخدمة فـي الزراعـة حيـث بلغـت الكميـة المسـتخدمة حـوإلى 84.1 مليـار متـر مكعـب. وزراعـة الغابـات الشـجيرية الغيـر مثمـرة والمسـطحات الخضـراء تعمـل علـي تحسـين نوعيـة الهـواء والمسـاهمة فـي تنقيـة ملوثـات الهـواء وإضـافة عوامـل تلطيـف المنـاخ فـي منـاطق المـدن الجديـدة بإضـافة كميـة مـن الأكسـجين وامتصـاص كميـة مـن ثـاني أكسـيد الكربـون يعيـد التـوازن لمكونـات المحـيط الجـوي. وأيضـا حمايـة المنـاطق الصـحراوية والمـدن الجديدة من الرياح وخاصة المحملة بالرمال كرياح الخماسين ومقاومة التصحر.

إشكالية الدراسة وتساؤلاتها:

إشكالية الدراسة الأساسية يمكن صياغتها في التساؤل التإلى:

ما هو تأثير مياه الصرف غير المعالجة على البيئة؟

تمثـل النفايـات ومياـه الصـرف الصـحي الغيـر معـالج 2.86 ٪ مـن إجمـإلى انبعاثـات غـازات الدفيئـة فـي الغـلاف الجـوي (Chen H et al., 2023). حيـث أن ميـاه الصـرف الصـحي الغيـر معـالج

مصدر لانبعاثات الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي (Awaluddin et al., 2023). إن مياه الصرف الصحي الغير معالج أو معالج بقيم خارج المواصفات والمعايير يشكل خطر بيئي وصحي عند صرفها إلى المياه السطحية أو الجوفية، عند استخدامها في الري مما يعرض المستهلكين للمحاصيل الزراعية إلى مشكلات صحية (Hussein et al., 2023).

وهناك مشكلة أخرى تتمثل في قلة الوعي البيئي بأهمية معالجة مياه الصرف الصحي والصرف الصناعي وعلاقتها بالتنمية المستدامة وأهداف التنمية المستدامة. إن تنمية الوعي البيئي يساعد على تحقيق التنمية المستدامة والاستفادة الكاملة من كافة الإمكانات والبدائل المتاحة للحفاظ على مواردنا لتوفير حياة أفضل وأكثر كرامة للأجيال القادمة. كما تواجه المؤسسات مشاكل عديدة في تنمية الوعي البيئي، مما قد يشجع المجتمع ككل على تكوين اتجاهات سلبية تجاه الحياة، مما يؤثر سلباً على حياتهم الحالية والمستقبلية. ويمكن تحديد مشكلة البحث بالجمله التإلية: "هناك نقص في الوعي البيئي بأهمية استخدام معالجة المياه وكفاءة معالجتها كأحد أدوات تحقيق التنمية المستدامة.

أهداف الدراسة:

- دراسة كفاءة معالجة محطات الصرف الصحي والصناعي.
- رفع الوعي البيئي بأهمية كفاءة معالجة مياه الصرف الصحي.
- رفع الوعي البيئي بالتنمية المستدامة باستخدام معالجة المياه كمصدر لمورد طبيعي مهم تستخدم في ري المسطحات الخضراء.

منهج الدراسة وأدواتها:

تعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وذلك لتحديد المعالم الرئيسية لمجتمع الدراسة وخصائصه وكانت الوسيلة الرئيسية لجمع الحقائق والبيانات هي التحاليل المعملية والإطلاع الشخصي على مصادر البيانات المختلفة، بالإضافة إلى المراجعة التحليلية للمراجع العلمية من كتب ودراسات وأبحاث ودوريات ومؤتمرات تناولت موضوع الدراسة باللغتين العربية والأجنبية.

أدوات وعينة الدراسة:

تناول هذا البحث دراسة إعادة استخدام مياه الصرف الصحي والصناعي في هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة لترشيد استغلال الموارد المائية بما يضمن استدامة هذا المورد الأساسي. تمت الدراسة من شهر سبتمبر 2022 إلى شهر مارس عام 2023 وقمنا بدراسة كفاءة محطة مدينة السادات التي تقوم بمعالجة الصرف الصحي والصرف الصناعي وتم استخدام السيب النهائي في ري المسطحات الخضراء وقد تم قياس كفاءة المعالجة لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي بإجراء قياسات وتحاليل مخبرية لعدة مؤشرات ومعايير لقياس كفاءة أداء

المحطة، وهي كالتإلى: المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS) والمتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD) والمتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD5) وبصفه عامة إعادة استخدام مياه الصرف الصحي سيكون لها من أثر كبير، في توفير المياه من مصادرها، وتوفيرها لأغراض الشرب من مصادرها الطبيعية. حيث تم أخذ عينة ممثلة لمحطات المعالجة التي تم إنشائها وقياس كفاءة أداءها. حيث أنه يمكن استعمال مياه الصرف الصحي المعالج كسمادًا بيولوجيًا نظرًا إلى ثرائها بالعناصر الغذائية حيث تحوي نسبة من المواد العضوية والنيتروجين (النيترات ، النيتريت) (Bel Haj et al., 2023 and Manoukian et al., 2023).

التحاليل الفيزيوكيميائية للمياه:

جمعت العينات من محطة معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي بمدينة السادات والتي تعمل بتقنية برك الأكسدة بنظام المعالجة البيولوجية الطبيعية وتستغرق فترة المعالجة 28 يوم وتم تطوير المحطة باستخدام تقنية المعالجة الميكانيكية بنظام التهوية الممتدة في المعالجة الثانوية والمعالجة الثلاثية.

يوجد مرحلتين تم اجراءهما لتطوير المحطة:

أولا: محطة مدينة السادات التي تعمل بتقنية برك الأكسدة كانت تستقبل مياه صرف صحي ومياه الصرف صناعي الذي ينتج عن المناطق الصناعية بالمدينة والتي تقدر بثمان مناطق صناعية بالإضافة إلى منطقة المطورين.

ثانيا: فصل الصرف الصحي للمدينة كاملا عن الصرف الصناعي وتم انشاء محطة لفصل الصرف الصحي عن الصناعي. ويتم توجيه الصرف الصحي كاملا إلى محطة المعالجة الميكانيكية حيث تتم معالجته بطريقة التهوية الممتدة المطولة والحمأة المنشطة ويتم معالجته معالجة ثنائية يتم تصريفها على الغابات الشجرية وجزء يتم معالجته ثلاث بتوجيهه إلى المرشحات الرملية ثم إلى أحواض الموازنة ويتم تصريفه لري المسطحات الخضراء بالمدينة.

وتم إجراء التحليل وجمع عينات المياه خلال المرحلتين وسحب عينات مياه الصرف قبل وبعد عملية المعالجة لغرض تحديد الصفات الفيزيائية والكيميائية، تم قياس كفاءة معالجة محطة الصرف الصحي للمعالجة الابتدائية والثنائية. حيث تم أخذ لتر واحد من العينة قبل دخولها المعالجة وبعد إتمام المعالجة وقبل تصريفها وتوضع في عبوات زجاج وأُجريت التحاليل الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الصحي الغير معالج (الداخل إلى المحطة) ولمياه الصرف الصحي المعالج (السيب النهائي بعد المعالجة) وقد قمنا بقياس ثلاث معايير لقياس كفاءة أداء المحطة (Kailas and Aditya 2020) ، وهي كالتإلى: المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS) والمتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD) والمتطلب الحيوي للأوكسجين, و (BOD5) وتم قياس تركيزات

المعادن الثقيلة في السيب النهائي للمعالجة الثنائية والمعالجة الثلاثية وأجريت التجارب باستخدم طرق التحليل الواردة في الطرق القياسية لفحص المياه والصرف الصحي.

وتتم إزالة المعلقات الغروية من خلال مبدأ الامتزاز الكيميائي الفيزيائي وعن طريق دمج المواد الصلبة العالقة أو الجسيمات على الكتلة البيولوجية، بينما يتم تقليل المواد الصلبة العضوية القابلة للذوبان (BOD5) أو (COD) عن طريق الامتصاص البيولوجي الميكروبي وزيادة تحللها وتثبيتها بواسطة الميكروبات (Waqas et al., 2023). يعتمد الأداء الفعال لوحدات المعالجة البيولوجية على تطوير زراعة مختلطة مناسبة للكائنات الدقيقة في وحدة المعالجة (مفاعل حيوي)، والحفاظ على الظروف البيئية المناسبة للنظام وإزالة الحمأة الزائدة الناتجة (Narayanan and Narayan, 2019). إذا لم تتم إزالة الحمأة الزائدة، والتي هي نفسها عضوية بطبيعتها، من مياه الصرف، فسيتم قياسها على أنها زيادة (BOD5) أو (COD) في التدفق النهائي ، وفي النهاية عند التخلص منها في تيار ، سوف تستنفد الأكسجين المذاب للتيار المستقبِل(Qasim, 2010) .

حساب كفاءة المحطة:

يعد مؤشر COD و BOD5 و TSS من المؤشرات الهامة في تحديد كفاءة أداء المحطة في معالجة المياه (Micek et al., 2020) ، تم حساب الكفاءة على أساس المعادلة التإلية:

كفاءه المعالجة = [(المعدل السنوي لتركيز المؤشر في المياه الداخلة) – (المعدل السنوي لتركيز المؤشر في المياه المعالجة) / (المعدل السنوي لتركيز المؤشر في المياه الداخلة)] X100.

كلما زادت الفجوة بين التركيزات قبل المعالجة وبعد المعالجة، زادت كفاءة محطة معالجة الصرف الصحي. الحد من الملوثات يجب أن يحقق ما لا يقل عن 80٪ من الإزالة وهذا يعتبر بالفعل فعالاً بغض النظر عن أنواع التكنولوجيا أو التقنية التي يتم تنفيذها وكفاءة معالجة مقبولة، كما اقترحت الدراسات السابقة (Aziz et al., 2018).

الدراسات السابقة:

–دراسة Albdaiwi et al. (2022) كان الهدف منها تأثير استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة (TWW) للأغراض الزراعية. أدى الري المستمر باستخدام TWW إلى تركيزات أعلى من العناصر الغذائية وتراكم HM في التربة مقارنة بـ SW. ومع ذلك، وجد أن تراكم HM في التربة ضمن النطاق المقبول وفقًا لمعايير منظمة الصحة العالمية.

–دراسة Vanessa et al. (2017) قاموا بتقييم التغيرات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لنبات اللاتوسول الأحمر الداكن، ومحصول ونوعية الخس بعد زراعته بمياه الصرف الصحي المعالجة أثناء الري. في الدفيئة، تم ري الخس باستخدام مياه الشرب مع التسميد التقليدي (T_1) ومياه الصرف الصحي المعالجة مع التسميد التقليدي الجزئي (T_2). إرتفع تركيز بعض عناصر التربة (K، Ca، H، Al، وS) بعد

الري بـ T2، ولم يلاحظ وجود بكتيريا E. coli على أوراق الخس أو في التربة. لم يتسبب T_2 في الإضرار بالخصائص الفيزيائية للتربة وزيادة عناصرها الغذائية. كان إنتاج الخس (من حيث الوزن الطازج) أعلى في الخس المزروع في T_2 منه المزروع في T_1. وكانت نوعية مياه الصرف الصحي المعالجة مناسبة لري الخس بالتنقيط.

-دراسة Shokry et al. (2021) والهدف منها دراسة تأثير استخدام مياه الصرف المعالج على انتاج الأشجار وتم مقارنة الأشجار التي تم ريها بمياه الصنبور بالأشجار التي تم ريها بمياه الصرف المعالج . وجد أن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة أدي إلى تفوق نمو الكتلة الحية للأنواع الشجرية المستخدمة فى هذه الدراسة مقارنة بذات الانواع الشجرية والتي تم ريها باستخدام الماء العذب.

-دراسة Kefi et al. (2023) كان الهدف منها ري محاصيل القرع والسبانخ بمياه الصرف الصحي غير المعالجة ومياه الصرف الصحي المعالجة. أظهرت المحاصيل والحقول المروية بمياه الصرف الصحي كمية كبيرة من ترسبات المعادن الثقيلة مقارنة بمياه الصرف الصحي المعالجة. بالإضافة إلى ذلك، تمت دراسة تأثير نظامين للري، بما في ذلك التنقيط والفيضانات. تبين أن الري بالتنقيط فعال بسبب وجود كميات أقل من المعادن الثقيلة المترسبة في الجزء الصالح للأكل من المحصول وكذلك في التربة.

-دراسة Mazher (2017) كان الهدف منها دراسة تأثير الري بنوعين من الماء (الحنفية والمياه العادمة) على النمو ، والتركيب الكيميائي لبعض شتلات الأشجار الخشبية ، وأظهرت النتائج زيادة معاملات النمو بشكل كبير في جميع الشتلات باستخدام مياه الصرف الصحي أكثر من مياه الصنبور.

-دراسة Soufan et al. (2019) في هذه الدراسة، قاموا بفحص آثار الري بـ TW على المحتوى الغذائي لصنفين من البرسيم الحجازي ومقارنتها مع المحتوى الغذائي للنباتات المروية بمياه الآبار (WW). وجدوا أنه أثر الري باستخدام TW بشكل كبير على محتويات المغذيات الكبيرة والمغذيات الدقيقة في أنسجة البرسيم. تحتوي النباتات المروية بـ TW على محتوى أعلى من البوتاسيوم والكالسيوم، بينما تحتوي على محتوى أقل من النيتروجين والفوسفور والمغنيسيوم. لم يلاحظ أي اختلاف كبير في محتوى S بين النباتات المروية بـ WW وTW.

-بناء علي دارسة Hoogendijk et al. (2023) وجد أنه إذا تمت معالجة مياه الصرف الصحي البلدية بشكل صحيح، فقد تكون مفيدة عند إعادة استخدامها لري المحاصيل الزراعية. وتشمل الفوائد المحتملة إعادة تدوير العناصر الغذائية، وتوفير الأسمدة، وإضافة المواد العضوية، وتقليل الضغط على مصادر المياه العذبة، وتقليل التلوث البيئي.

–دراسة (2023) Olfat A. Hawamdeh et al. توصلوا إلى ضرورة إعادة استخدام المياه العادمة، خاصة مع الغابات الشجرية، نظرا للفقر المائي الذي تعاني منه معظم مناطق العالم، وخاصة في المناطق الجافة والرطبة والأماكن الصحراوية والمناطق التي تعتبر شبه قاحلة.

مفاهيم الدراسة:

مكافئ ثاني أكسيد الكربون ، والمختصر بـ CO2eq هو مقياس متري يستخدم لمقارنة الانبعاثات من غازات الدفيئة المختلفة على أساس إمكانات الاحترار العالمي (GWP) ، عن طريق تحويل كميات الغازات الأخرى إلى كمية مكافئة من ثاني أكسيد الكربون له نفس إمكانية الاحترار العالمي (EPA,2022).

الوعي البيئي، الفهم الواضح وإدراك المسؤولية تجاه البيئة، والطبيعة، والقيام بجميع الممارسات التي تساعد على حمايتها والحفاظ عليها وترشيد استخدام مواردها (Wafa et al., 2023) ، وتوعية الآخرين بالمشكلات البيئية ، ومدى خطورتها، ويمكن استبدال الممارسات الخاطئة بأُخرى تُفيد الأرض والبيئة وتساعد في الحفاظ عليها. وكما ذكر سابقاً أهمية معالجة وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي والصرف الصناعي ودورها في التنمية المستدامة وتحقيق أهداف التنمية المستدامة وأن نحافظ علي موارد المياه كأحد الموارد الطبيعية والحفاظ علي البيئية من التلوث والاحتباس الحراري وتحسين الصحه العامة للمجتمع وترشيد استهلاك المياه. عند ادراك المجتمع بهذه الأثار الإجابيه سيرتفع عنده الوعي البيئي وينمي لديه المسؤوليه الاجتماعية ويجعله يساعد علي المحافظة علي المياه والبيئة واستخدام المياه المعالجة في الري والزراعه بصفه عامة.

التنمية المستدامة، التنمية المستدامة هي التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها الخاصة مع الحفاظ على التوازن الطبيعي واستدامة الموارد الأساسية. من خلال ثلاث الأبعاد البيئي والاجتماعي والاقتصادي (Fischer, et al. (2023).

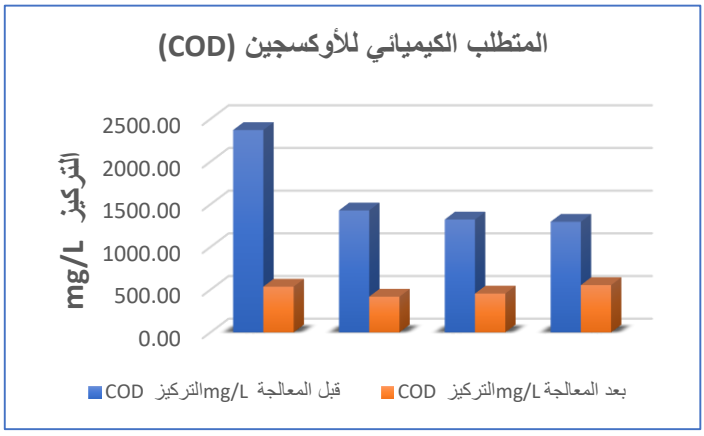
نتائج الدراسة:

مرحلة قبل فصل مياه الصرف الصحي عن مياه الصرف الصناعي:

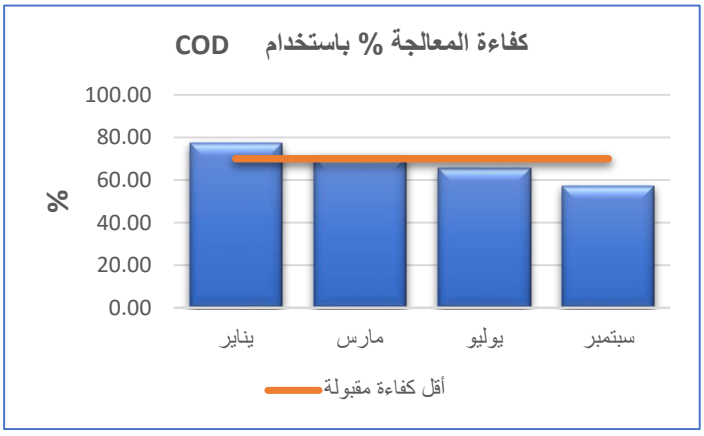
أ.المتطلب الكيميائي للأوكسجين (Chemical Oxygen Demand (COD):

شكل 1 يبين تركيز ال COD بعد المعالجة داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 600 ملجم /لتر. إذ بلغ أعلي تركيز الCOD في المياه المعالجة الخارجة من المحطة 554 ملجم /لتر بينما بلغ أقل تركيز ال COD في المياه المعالجة الخارجة من المحطة 418 ملجم /لتر. شكل 1 يبين أن تركيز ال COD قبل المعالجة خارج الحدود المسموح بها وأكبر من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 1100 ملجم /لتر. إذ بلغ أعلي تركيز ال COD في من المياه الغير معالجة الداخلة إلى المحطة

2371 ملجم /لتر بينما بلغ أقل تركيز ال COD في سبتمبر من المياه الغير معالجة الداخلة إلى المحطة 1295 ملجم /لتر. كلما زاد الفرق بين القيم قبل المعالجة وبعدها زادت كفاءة محطة المعالجة في تخفيض COD حيث أكدت الدراسات السابقة أن كفاءة المعالجة الدنيا المسموح بها والمحددة لتصريف مياه الصرف 70٪ على الأقل (Samuel et al., 2021) ويتضح من النتائج أن معدل كفاءة محطة المعالجة بلغت 77.4 % ، 70.7 % ، 65.6 %، 57.2 % خلال فترة الاختبار بمتوسط كفاءة معالجة 67.74 % (شكل 2). ويعزا تدني الكفاءة إلى التحميل الزائد للملوثات على قدرة المحطة (Edokpayi et al., 2012) وهذا واضح في أن جميع النتائج قبل المعالجة خارج الحدود المسموح بها وأكبر من الحدود المسموح بها.



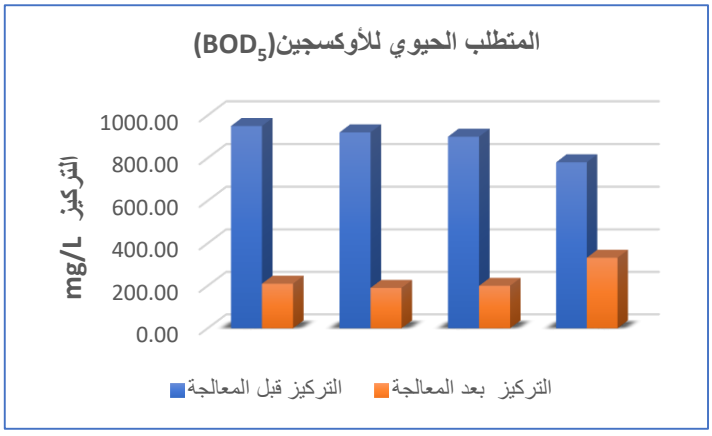
شكل (1) تركيز المتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD) بالمعالجة الابتدائية



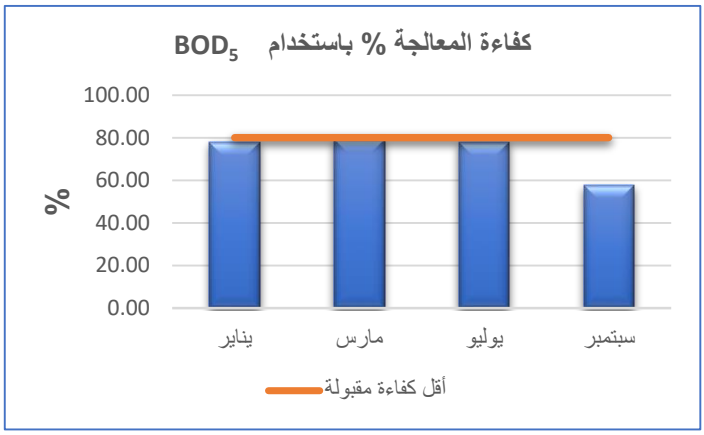
شكل (2) كفاءة محطة المعالجة الابتدائية باستخدام COD

ب. المتطلب الحيوي للأوكسجين (Biological Oxygen Demand (BOD5):

شكل 3 يبين أن تركيز ال BOD5 بعد المعالجة داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 300 ملجم /لتر. إذ بلغ أعلي تركيز لل BOD5 في المياه المعالجة الخارجة من المحطة 332 ملجم /لتر وهو خارج الحدود المسموح بها. ويعود سبب ارتفاع قيمة ال BOD5 للمياه المعالجة إلى قلة فاعلية المعالجة البيولوجية للمحطة وإلى قلة تركيز الأوكسجين المذاب في حوض المعالجة واللازمة لهضم المواد العضوية وإزالتها وزيادة تركيز الشحوم والزيوت التي تعمل علي رفع تركيز ال BOD5 (Sewe, 2010). بينما بلغ أقل تركيز لل BOD5 في المياه المعالجة الخارجة من المحطة 200 ملجم /لتر. شكل 3 يبين أن تركيز ال BOD5 قبل المعالجة خارج الحدود المسموح بها وأكبر من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 600 ملجم /لتر. إذ بلغ أعلي تركيز لل BOD5 في المياه قبل المعالجة الداخل إلى المحطة 950 ملجم /لتر بينما بلغ أقل تركيز لل BOD5 فى المياه قبل المعالجة الداخلة إلى المحطة 780 ملجم /لتر. كلما زاد الفرق بين القيم قبل المعالجة وبعدها زادت كفاءة محطة المعالجة في تخفيض BOD5 حيث أكدت الدراسات السابقة أن كفاءة المعالجة الدنيا المسموح بها والمحددة لتصريف مياه الصرف 80٪ على الأقل (Samuel et al., 2021) ويتضح من النتائج أن معدل كفاءة محطة المعالجة بلغت 77.9 % ، 77.3 % ، 77.8 %، 57.4 % بمتوسط كفاءة معالجة 73.11 % كما هو موضح بشكل 4. ويعود تدني الكفاءة إلى التحميل الزائد للملوثات علي قدرة المحطة (Edokpayi et al., 2012) وهذا واضح في أن جميع النتائج قبل المعالجة خارج الحدود المسموح بها وأكبر من الحدود المسموح بها. حيث أن التحميل الزائد للملوثات ناتج عن خلط مياه الصرف الصناعي بالصرف الصحي.



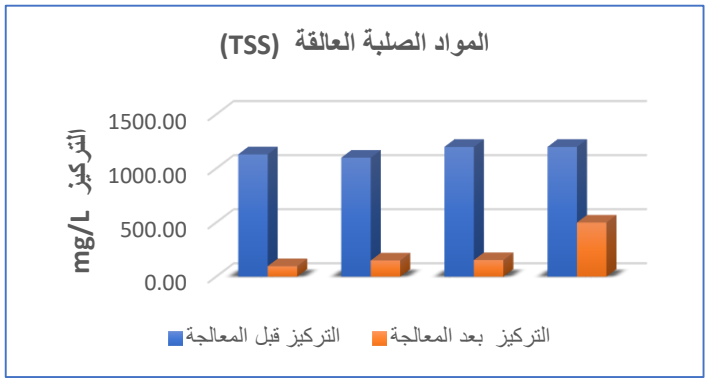
شكل (3) تركيز المتطلب الحيوي للأوكسجين(BOD5) بالمعالجة الابتدائية



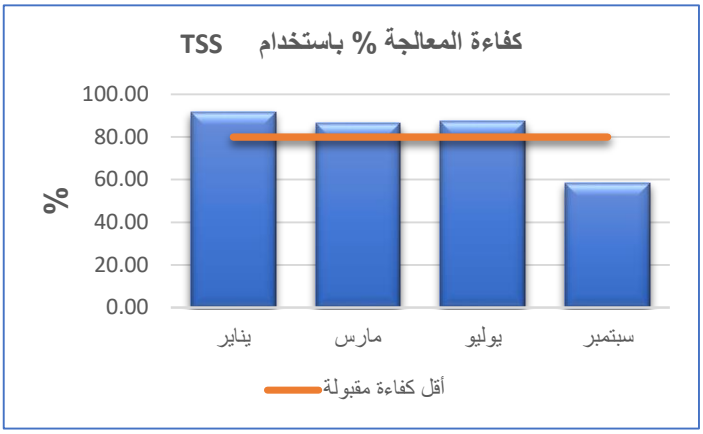
شكل (4) كفاءة محطة المعالجة الابتدائية باستخدام BOD5

ج. المواد الصلبة العالقة ((Total Suspended Solids (TSS)):

شكل 5 أظهر أن أعلى قيمة للمواد الصلبة العالقة TSS في مياه الصرف قبل المعالجة 1200 ملجم /لتر وهي خارج الحدود المسموح بها وأكبر من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 800 ملجم /لتر. وأقل قيمة كانت قبل المعالجة 1100 ملجم /لتر. وأعلى قيمة للمواد الصلبة العالقة بعد عملية المعالجة 500 ملجم /لتر وهي خارج الحدود المسموح بها وأكبر من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 350 ملجم /لتر أما أقل تركيز 97 ملجم /لتر (شكل 5). الفضلات الصلبة التي تطرح مع مياه الصرف الصحي السائلة هي السبب في ارتفاع تركيز المواد الصلبة العالقة بالإضافة لتراكم الحمأة في البركة. فزيادة المواد الصلبة العالقة في المياه تعمل على قتل الأحياء المائية التي لا تستطيع تحمل الأوساط الملحية كذلك تعمل على حجب أشعة الشمس الضرورية لنشاط التمثيل الضوئي للنبات والبيئة المائية وتجعل من المياه غير صالحة للاستخدام (Jingxi et al., 2020). كانت كفاءة المحطة في إزالة العوالق خلال فترة الدراسة هي 91.42 % ، 86.36 % ، 87.25 %، 58.33 % بمتوسط كفاءة معالجة 80.84 % كما هو موضح بشكل (6) حيث أكدت الدراسات السابقة أن كفاءة المعالجة الدنيا المسموح بها والمحددة لتصريف مياه الصرف 80٪ على الأقل (Samuel et al., 2021) .



شكل (5) تركيز المواد الصلبة العالقة (TSS) بالمعالجة الابتدائية



شكل (6) كفاءة محطة المعالجة الابتدائية باستخدام TSS

مرحلة بعد فصل مياه الصرف الصحي عن مياه الصرف الصناعي:

أولا: نتائج معالجة برك الأكسدة للصرف الصناعي معالجة ابتدائية:

أ.المتطلب الكيميائي للأوكسجين (Chemical Oxygen Demand (COD)):

جدول 1 يبين تركيز ال COD بعد المعالجة للصرف الصناعي داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 600 ملجم /لتر. إذ بلغ أعلي تركيز لل COD في المياه المعالجة الخارجة من المحطة 535 ملجم /لتر بينما بلغ أقل تركيز لل COD 310 ملجم /لتر. جدول 1 يبين أن تركيز ال COD قبل المعالجة خارج الحدود المسموح بها وأكبر من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 1100 ملجم /لتر. إذ بلغ أعلي تركيز ال COD من المياه الغير معالجة الداخلة إلى المحطة 2547 ملجم /لتر بينما بلغ أقل تركيز ال COD من المياه الغير معالجة الداخلة إلى المحطة 1757 ملجم /لتر. كلما زاد الفرق بين القيم قبل المعالجة وبعدها زادت كفاءة محطة المعالجة في تخفيض ال COD حيث أكدت الدراسات السابقة أن كفاءة المعالجة الدنيا المسموح بها والمحددة لتصريف مياه الصرف 70٪ على الأقل (Samuel et al., 2021) ويتضح من النتائج أن كفاءة محطة المعالجة بلغت 83.1 % (شكل 7) وهي كفاءة مقبولة.

ب.المتطلب الحيوي للأوكسجين (Biological Oxygen Demand (BOD5):

جدول 1 يبين أن تركيز ال BOD5 بعد المعالجة داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 300 ملجم /لتر. إذ بلغ أعلي تركيز لل BOD5 في المياه المعالجة الخارجة من المحطة 190 ملجم /لتر وهو داخل الحدود المسموح بها بينما بلغ أقل تركيز ال BOD5 في المياه المعالجة الخارجة من المحطة 123 ملجم /لتر. جدول 1 يبين أن تركيز ال BOD5 قبل المعالجة خارج الحدود المسموح بها وأكبر من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 600

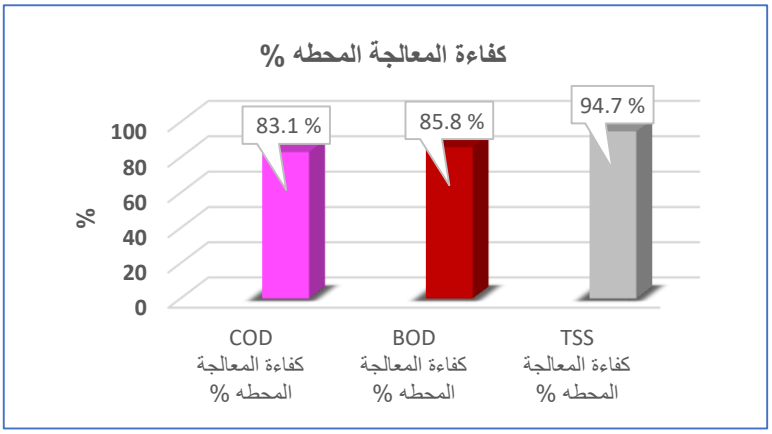
ملجم /لتر. إذ بلغ أعلي تركيز ال BOD5 في المياه قبل المعالجة الداخلة إلى المحطة 1230 ملجم /لتر بينما بلغ أقل تركيز لل BOD5 في المياه قبل المعالجة الداخلة إلى المحطة 875 ملجم /لتر. ويتضح من النتائج أن معدل كفاءة محطة المعالجة بلغت 85.8 % كما هو موضح بشكل 7 وهي كفاءة مقبولة حيث أنها أكبر من 80 %.

جدول (1) التحاليل الفيزيوكيميائية لمياه محطة معالجة مياه الصرف الصناعي المعالجة الابتدائية لبرك الأكسدة قبل وبعد المعالجة من شهر سبتمبر 2022 إلى مارس 2023.

COD		**BOD5**		**TSS**	
التركيز قبل المعالجة الحد الأقصى 1100 ملجم/لتر	**التركيز بعد المعالجة الحد الأقصى 600 ملجم/لتر**	**التركيز قبل المعالجة الحد الأقصى 600 ملجم/لتر**	**التركيز بعد المعالجة الحد الأقصى 300 ملجم/لتر**	**التركيز قبل المعالجة الحد الأقصى 800 ملجم/لتر**	**التركيز بعد المعالجة الحد الأقصى 350 ملجم/لتر**
1757	352	875	190	1590	11
2100	358	1095	178	1252	75
2008	343	945	136	1495	120
2217	310	1110	144	1600	112
2452	341	1155	132	1904	95
2402	535	1150	145	2072	113
2547	328	1230	123	2306	107

ج. المواد الصلبة العالقة ((Total Suspended Solids (TSS)):

جدول 1 أظهر أن قيم المواد الصلبة العالقة TSS خارج الحدود المسموح بها وأكبر من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 800 ملجم /لتر حيث أن أعلى قيمة للمواد الصلبة العالقة TSS في مياه الصرف الصناعي قبل المعالجة 2306 ملجم /لتر. وأقل قيمة كانت قبل المعالجة 1252 ملجم /لتر وهذه الزيادة نتيجة زيادة الاحمال العضوية في مياه الصرف الصناعي الداخل إلى برك الأكسدة . وأعلى قيمة للمواد الصلبة العالقة بعد عملية المعالجة 120 ملجم /لتر أما أقل تركيز 11 ملجم /لتر وهي داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 350 ملجم /لتر (جدول 1). كانت كفاءة المحطة في إزالة العوالق هي 94.7 % شكل (7) حيث أكدت الدراسات السابقة أن كفاءة المعالجة الدنيا المسموح بها والمحددة لتصريف مياه الصرف 80٪ على الأقل في حالة TSS.



شكل (7) كفاءة محطة المعالجة الابتدائية سيب نهائي برك أكسدة

ثانياً: نتائج معالجة المحطة الميكانيكية للصرف الصحي معالجة ثنائي:

أ. المتطلب الكيميائي للأوكسجين ((Chemical Oxygen Demand (COD):

جدول 2 يبين تركيز ال COD بعد المعالجة للصرف الصحي كان داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 80 ملجم /لتر. إذ بلغ أعلي تركيز لل COD في المياه المعالجة الخارجة من المحطة 58 ملجم /لتر بينما بلغ أقل تركيز ال COD 22 ملجم /لتر. جدول 2 يبين أن تركيز ال COD قبل المعالجة داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 1100 ملجم /لتر. إذ بلغ أعلي تركيز لل COD من المياه الغير معالجة الداخلة إلى المحطة 835 ملجم /لتر بينما بلغ أقل تركيز لل COD من المياه الغير معالجة الداخلة إلى المحطة 497 ملجم /لتر. كلما زاد الفرق بين القيم قبل المعالجة وبعدها زادت كفاءة محطة المعالجة في تخفيض COD حيث أكدت الدراسات السابقة أن كفاءة المعالجة الدنيا المسموح بها والمحددة لتصريف مياه الصرف 70٪ على الأقل في حالة COD ويتضح من النتائج أن معدل كفاءة محطة المعالجة بلغت 94 % (شكل 8) وهي كفاءة مقبولة.

ب-المتطلب الحيوي للأوكسجين (Biological Oxygen Demand (BOD5):

جدول 2 يبين أن تركيز ال BOD5 بعد المعالجة داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 40 ملجم /لتر. إذ بلغ أعلي تركيز لل BOD5 في المياه المعالجة الخارجة من المحطة 27 ملجم /لتر وهو داخل الحدود المسموح بها بينما بلغ أقل تركيز لل BOD5 في المياه المعالجة الخارجة من المحطة 7.7 ملجم /لتر. جدول 2 يبين أن تركيز ال BOD5 قبل المعالجة داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 600 ملجم /لتر. إذ بلغ أعلي تركيز لل BOD5 في المياه قبل المعالجة الداخلة إلى المحطة 512 ملجم /لتر بينما بلغ أقل

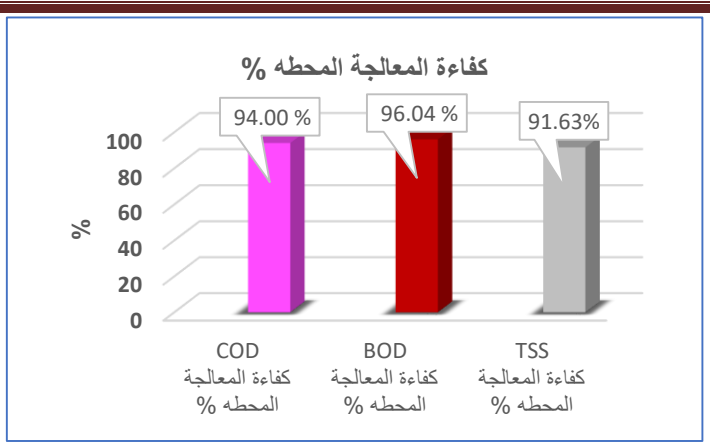
تركيز لل BOD5 في المياه قبل المعالجة الداخلة إلى المحطة 295 ملجم /لتر. ويتضح من النتائج أن معدل كفاءة محطة المعالجة بلغت 96.04 % (شكل 8) وهي كفاءة مقبولة حيث أنها أكبر من 80% .

ج. المواد الصلبة العالقة ((Total Suspended Solids (TSS):

جدول 2 أظهر أن قيم المواد الصلبة العالقة TSS داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 800 ملجم /لتر وأن أعلى قيمة للمواد الصلبة العالقة TSS في مياه الصرف الصحي قبل المعالجة 367 ملجم /لتر وأقل قيمة كانت قبل المعالجة 244 ملجم /لتر. وأعلى قيمة للمواد الصلبة العالقة بعد عملية المعالجة 31 ملجم /لتر أما أقل تركيز 12 ملجم /لتر وهي داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 40 ملجم /لتر. كانت كفاءة المحطة في إزالة العوالق هي 91.63 % شكل (8) حيث أكدت الدراسات السابقة أن كفاءة المعالجة الدنيا المسموح بها والمحددة لتصريف مياه الصرف 80٪ على الأقل في حالة TSS.

جدول (2) نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية للمياه محطة معالجة مياه الصرف الصحي المعالجة الثنائي المعالجة الميكانيكية قبل وبعد المعالجة بمحطة مدينة السادات من سبتمبر 2022 إلى مارس 2023.

TSS		**BOD**		**COD**	
التركيز بعد المعالجة الحد الأقصى 40 ملجم /لتر	**التركيز قبل المعالجة الحد الأقصى 800 ملجم /لتر**	**التركيز بعد المعالجة الحد الأقصى 40 ملجم /لتر**	**التركيز قبل المعالجة الحد الأقصى 600 ملجم /لتر**	**التركيز بعد المعالجة الحد الأقصى 80 ملجم /لتر**	**التركيز قبل المعالجة الحد الأقصى 1100 ملجم / لتر**
31	244	8.7	295	28	501
26	248	21	395	58	730
18	327	7.7	378	32	626
24	367	25	428	48	614
12	217	8.4	451	22	753
24	245	27	512	48	835
26	325	12.7	285	34	749



شكل (8) كفاءة محطة المعالجة الثنائية سيب نهائي المحطة الميكانيكية الصرف الصحي المعالج.

ثالثاً: نتائج معالجة المحطة الميكانيكية للصرف الصحي معالجة ثلاثية:

أ. المتطلب الكيميائي للأوكسجين ((Chemical Oxygen Demand (COD)):

جدول 3 يبين تركيز ال COD بعد المعالجة الصرف الصحي داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 40 ملجم /لتر. إذ بلغ أعلي تركيز لل COD فى المياه المعالجة الخارجة من المحطة 30 ملجم /لتر بينما بلغ أقل تركيز ال COD 12 ملجم /لتر. جدول 2 يبين أن تركيز ال COD قبل المعالجة داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 1100 ملجم /لتر. إذ بلغ أعلي تركيز لل COD من المياه الغير معالجة الداخلة إلى المحطة 835 ملجم /لتر بينما بلغ أقل تركيز لل COD من المياه الغير معالجة الداخلة إلى المحطة 497 ملجم /لتر. كلما زاد الفرق بين القيم قبل المعالجة وبعدها زادت كفاءة محطة المعالجة في تخفيض ال COD حيث أكدت الدراسات السابقة أن كفاءة المعالجة الدنيا المسموح بها والمحددة لتصريف مياه الصرف 70٪ على الأقل في حالة COD ويتضح من النتائج أن معدل كفاءة محطة المعالجة بلغت 96.68 % (شكل 9) وهي كفاءة مقبولة.

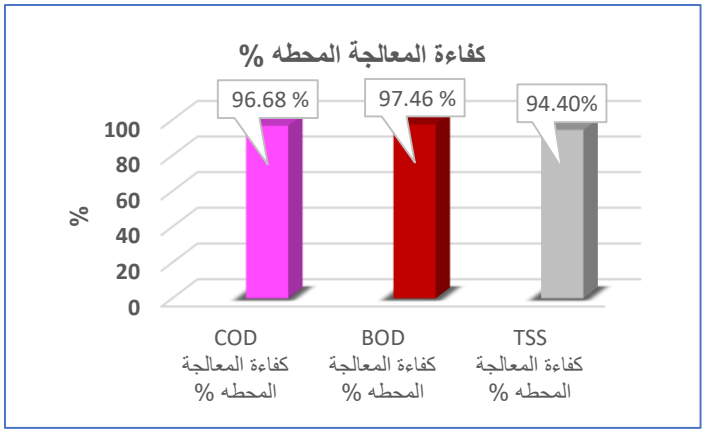
ب-المتطلب الحيوي للأوكسجين ((Biological Oxygen Demand (BOD5)):

جدول 3 يبين أن تركيز ال BOD5 بعد المعالجة داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 20 ملجم /لتر. إذ بلغ أعلي تركيز لل BOD5 في المياه المعالجة الخارجة من المحطة 15 ملجم /لتر وهو داخل الحدود المسموح بها بينما بلغ أقل تركيز ال BOD5 في المياه المعالجة الخارجة من المحطة 6.1 ملجم /لتر. جدول 3 يبين أن تركيز ال BOD5 قبل المعالجة داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 600 ملجم /لتر. إذ بلغ أعلي تركيز لل BOD5 في المياه قبل المعالجة الداخلة إلى المحطة 512 ملجم /لتر بينما بلغ أقل

تركيز لل BOD5 في المياه قبل المعالجة الداخلة إلى المحطة 295 ملجم /لتر. ويتضح من النتائج أن معدل كفاءة محطة المعالجة بلغت 97.46 % (شكل 9) وهي كفاءة مقبولة حيث أنها أكبر من 80 % .

جدول (3) نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية للمياه محطة معالجة مياه الصرف الصحي المعالجة الثلاثية المعالجة الميكانيكية قبل وبعد المعالجة بمحطة مدينة السادات من سبتمبر 2022 إلى مارس 2023.

COD		BOD		TSS	
التركيز قبل المعالجة الحد الأقصى 1100 ملجم / لتر	التركيز بعد المعالجة الحد الأقصى 40 ملجم /لتر	التركيز قبل المعالجة الحد الأقصى 600 ملجم /لتر	التركيز بعد المعالجة الحد الأقصى 20 ملجم /لتر	التركيز قبل المعالجة الحد الأقصى 800 ملجم /لتر	التركيز بعد المعالجة الحد الأقصى 20 ملجم /لتر
501	12	295	6.5	244	18
730	34	395	14	248	16
626	18	378	6.5	327	14
614	36	428	15	367	11
753	19	451	6.1	217	18
835	39	512	12	245	15
749	23	285	8.9	325	12



شكل (9). كفاءة محطة المعالجة الثلاثي سيب نهائي المحطة الميكانيكية الصرف الصحي المعالج.

ج. المواد الصلبة العالقة ((Total Suspended Solids (TSS):

جدول 3 أظهر أن قيم المواد الصلبة العالقة TSS داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 800 ملجم /لتر و أن أعلى قيمة للمواد الصلبة العالقة TSS في مياه الصرف الصحي قبل المعالجة 367 ملجم /لتر وأقل قيمة كانت قبل المعالجة 244 ملجم /لتر. وأعلى قيمة للمواد الصلبة العالقة بعد عملية المعالجة 18 ملجم /لتر أما أقل تركيز 11 ملجم /لتر وهي داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها حيث أن أقصي حد مسموح به هو 20 ملجم /لتر. كانت كفاءة المحطة في أزاله العوالق هي 96.68 % شكل (9) حيث أكدت الدراسات السابقة أن كفاءة المعالجة الدنيا المسموح بها والمحددة لتصريف مياه الصرف 80٪ على الأقل في حالة TSS.

رابعاً: نتائج تحاليل المعادن الثقيلة:

يوضح جدول (4) نتائج تحاليل المعادن الثقيلة للمياه السيب النهائي لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي المعالجة الثنائي وقد أظهرت جميع النتائج أنها داخل الحدود المسموح بها في القانون المصري متمثلا في قرار وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية رقم 44 لسنة 2000. وأن النباتات المسموح بزراعتها أشجار النخيل – القطن – الكتان – التيل – الجوت – محاصيل الأعلاف والحبوب المجففة – المحاصيل والفواكه القشرية– الخضروات التي تطهي– الفواكه المصنعة بالحرارة – مشاتل الزهور كما جاء في القانون المذكور.

يوضح جدول (5) نتائج تحاليل المعادن الثقيلة للمياه السيب النهائي لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي المعالجة الثلاثية وقد أظهرت جميع النتائج أنها داخل الحدود المسموح بها وأن النباتات المسموح بزراعتها طبقاً للقانون النباتات التي تؤكل نيئة – النباتات القشرية – جميع أنواع المحاصيل والبساتين – الأعلاف والمراعي الخضراء.

الاستنتاجات:

المياه الواردة معالجة ابتدائية قبل فصل مياه الصرف الصحي عن مياه الصرف الصناعي باستخدام تقنية برك الأكسدة لجميع مؤشرات الاختبار BOD5, TSS , COD كانت خارج الحدود المسموح بها وأعلي من الحدود المسموح.المياه المعالجة معالجة ابتدائية معاً قبل فصل مياه الصرف الصحي عن مياه الصرف الصناعي لجميع مؤشرات الاختبار BOD5, TSS , COD كان يوجد بعض النتائج خارج الحدود المسموح بها وأعلي من الحدود المسموح والبعض الأخر داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح. حيث بلغ متوسط كفاءة المعالجة قبل الفصل لمؤشرات COD , BOD5, TSS 80.84 % ، 73.11 % ، 67.74 % علي التوالى.

جدول (4) نتائج تحاليل المعادن الثقيلة للمياه السيب النهائي لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي المعالجة الثنائي

م	البيان	النتيجة	الوحدة	الحدود المسموح بها		
				مياه معالجة ابتدائي	مياه معالجة ثنائية	مياه معالجة متقدمة ثلاثية
1	الكاديوم	0.0	ملجم/لتر	0.05	0.01	0.01
2	الرصاص	0.002		10	5	5
3	النحاس	0.1		غير محددة	0.2	0.2
4	النيكل	0.0		0.5	0.2	0.2
5	الزنك	0.3		غير محددة	2	2
7	الكروم	0.0		غير محددة	غير محددة	0.1
9	المنجنيز	0.01		0.2	0.2	0.2
10	الحديد	0.9		غير محددة	5	5
11	الكوبلت	0.0		غير محددة	0.05	0.05

جدول (5) نتائج تحاليل المعادن الثقيلة للمياه السيب النهائي لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي المعالجة الثلاثية

م	البيان	النتيجة	الوحدة	الحدود المسموح بها في القانون المصري		
				مياه معالجة ابتدائي	مياه معالجة ثنائية	مياه معالجة متقدمة ثلاثية
1	الكاديوم	0.0	ملجم/لتر	0.05	0.01	0.01
2	الرصاص	0.001		10	5	5
3	النحاس	0.0		غير محددة	0.2	0.2
4	النيكل	0.0		0.5	0.2	0.2
5	الزنك	0.3		غير محددة	2	2
7	الكروم	0.0		غير محددة	غير محددة	0.1
9	المنجنيز	0.0		0.2	0.2	0.2
10	الحديد	0.4		غير محددة	5	5
11	الكوبلت	0.0		غير محددة	0.05	0.05

بينما المياه الواردة والمُعالجة معالجة ابتدائي معاً بعد الفصل باستخدام تقنية برك الأكسدة لمعالجة الصرف الصناعي سجلت قيماً ضمن المُحددات البيئية المسموح بها لمؤشرات COD , BOD5, TSS . وقد سجلت كفاءة محطة المُعالجة لمياه الصرف الصناعي في المعالجة الابتدائية قيمة موجبة لمؤشرات BOD5, TSS , COD وهي 94.7 % و 85.8 % و 83.1 % علي التوالى.

طبقاً لهذه النتائج فقد توصلنا إلى استنتاج أنه بفصل مياه الصرف الصحي عن مياه الصرف الصناعي الواردة لمحطة الصرف الصحي التي تعمل بتنقية بركة الأكسدة زادة كفاءة المعالجة لجميع المؤشرات BOD5, TSS , COD وأن جميع تراكيز المؤشرات قبل وبعد المعالجة داخل الحدود المسموح بها وأقل من الحدود المسموح بها. وهذا نتيجة انخفاض الحمل العضوي على المحطة. وأن المياه المعالجة تصلح لري الغابات الشجيرية الخشبية طبقا للقانون المصري.بينما المياه الواردة والمُعالجة معالجة ثلاثية معاً بعد الفصل باستخدام تقنية المعالجة الميكانيكية حيث تتم معالجته بطريقة التهوية الممتدة المطولة والحمأة المنشطة لمعالجة الصرف الصحي فقط سجلت قيماً ضمن المُحددات البيئية المسموح بها لمؤشرات COD , BOD5, TSS . وقد سجلت كفاءة محطة المُعالجة لمياه الصرف الصحي في المعالجة الثنائية قيمة موجبة لمؤشرات BOD5, TSS , COD وهي 91.63 % و 96.04 % و 94.00 % علي التوالى وأعلي من قيم كفاءة المعالجة الابتدائية. وقد سجلت كفاءة محطة المُعالجة لمياه الصرف الصحي في المعالجة الثلاثية قيمة موجبة لمؤشرات BOD5, TSS , COD وهي 94.40 % و 97.64 % و 96.68 % علي التوالى وأعلي من قيم كفاءة المعالجة الابتدائية والثنائية.

طبقاً لهذه النتائج فقد توصلنا إلى استنتاج أن انخفاض الحمل العضوي وانخفاض التحميل الزائد للملوثات يرفع من كفاءة المعالجة وكفاءة المعالجة البيولوجية وهذا ناتج عن فصل مياه الصرف الصحي عن مياه الصرف الصناعي.

وبهذه النتائج فإن مياه المعالجة تصلح لري الغابات الشجيرية الخشبية وأشجار النخيل – القطن – الكتان – التيل – الجوت ومحاصيل الأعلاف والحبوب المجففة والمحاصيل والفواكه القشرية والخضروات التي تطهي والفواكه المصنعة بالحرارة ومشاتل الزهور وهذا طبقا للقانون المصري.

التوصيات:

طبقا لهذه الدراسة، نوصي بالتالى:

- زيادة الحملات التوعوية والترويجية لرفع وعي المواطن بالتنمية المستدامة وأهداف التنمية المستدامة وما يترتب عليها من نتائج تعم عليه بالمنافع والفوائد المتعددة ومنها الحفاظ علي الموارد الطبيعية وتحسين مستوي معيشته.
- زيادة الحملات التوعوية والترويجية لرفع وعي المواطن نحو تغيير نمط الحياة والسلوك الاستهلاكى ترشيدًا لاستخدام المياه، من خلال التوعية العامة وتنمية مهارات الفنيين لتلافى عدم الكفاءة، هذا بالإضافة إلى رفع القدرات الإدارية ووضع أساس لنظام معلوماتى حول معالجة مياه الصرف الصحي ومياه الصرف الصناعي.
- استخدام مياه الصرف الصحي المعالج ومياه الصرف الصناعي المعالج لري الأشجار والمسطحات الخضراء مما يؤدي إلى توفير مياه الشرب للمواطن لسد الحاجة إلى المياه نتيجة الزيادة السكانية. وبمعالجة مياه الصرف الصحي ومياه الصرف الصناعي واستخدمها في الري سوف نحافظ على مواردنا المائية للجيل الحالى والأجيال القادمة وبهذا نحقق التنمية المستدامة.
- ضرورة وضع آليات تشجيعية لجذب الاستثمارات في مجال معالجة مياه الصرف الصحي ومياه الصرف الصناعي وتشجيع المواطن علي استخدام المياه المعالجة في الري.
- ضرورة تشجيع البحث والتطوير مع تحديث دراسات استخدامات مياه الصرف الصحي ومياه الصرف الصناعي المعالج في مصر ، من خلال فتح أقسام جديدة في الجامعات ومعاهد متخصصة في هذا المجال لتكوين متخصصين في المجال.
- إشراك القطاع الخاص في تعزيز التنمية الصناعية الإقليمية لمعالجة المياه بأنواعها.
- تقييم التأثيرات البيئية كأساس لدراسات الجدوى الفنية والاقتصادية لمشروعات إنشاء محطات معالجة الصرف الصحي والصناعي، وتوفيق الأوضاع البيئية بمحطات المعالجة القديمة.

المراجع باللغة الإنجليزية:

- Albdaiwi, R.N.; Al-Hawadi, J.S.; Al-Rawashdeh, Z.B.; Al-Habahbeh, K.A.; Ayad, J.Y.; Al-Sayaydeh, R.S. (2022). Effect of Treated Wastewater Irrigation on the Accumulation and Transfer of Heavy Metals in Lemon Trees Cultivated in Arid Environment. Horticulturae, 8, 514.
- Awaluddin Nurmiyanto and Riska Wuryaningsih and Noviani Ima Wantoputri, (2023). Assessment of Greenhouse Gas Emission from Sanitation Sector in Yogyakarta Region, Indonesia Sanitation, 7(3), 16-18.

- Aziz, H. A., Puat, N. N. A., Alazaiza, M. Y. D, & Hung, Y.-T. (2018). Poultry slaughterhouse wastewater treatment using submerged fibers in an attached growth sequential batch reactor. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(8), 1734, https://doi.org/10.3390/ijerph15081734.
- Bel Haj, H., El Ouarghi, H., El Yousfi, Y., Elkhattabi, S., Ben Zhir, K., Benyoussef, S., Aboulhassan, M. A., Krid, A., Abioui, M., (2023). Reuse of wastewater for irrigation of coriander in Morocco: Evaluation of effects on crop growth parameters. World Water Policy, 9 (4), 799-814.
- Freshwater methane emissions offset the continental carbon sink. Science, 331(6013), 50.
- Chen H, Zheng Y, Zhou K, Cheng R, Zheng X, Ma Z, Shi L. (2023) Carbon emission efficiency evaluation of wastewater treatment plants: evidence from China. Environ Sci Pollut Res Int.30(31):76606-76616.
- Edokpayi, J. N., Odiyo, J. O., Msagati, T. A., and Popoola, E. O. (2015). Removal Efficiency of Faecal Indicator Organisms, Nutrients and Heavy Metals from a Peri-Urban Wastewater Treatment Plant in Thohoyandou, Limpopo Province, South Africa. International journal of environmental research and public health, 12(7), 7300-7320.
- EPA, 2002. OnsiteWastewater Treatment Systems Manual. Office of Water, Officeof Research and Development. EPA/625/R-00/008.
- Fischer, M. et al. (2023). The Concept of Sustainable Development. In: Sustainable Business. SpringerBriefs in Business. Springer, Cham, 17–27.
- He, L.; Tan, T.; Gao, Z.; Fan, L. (2019). The Shock Effect of Inorganic Suspended Solids in Surface Runoff on Wastewater Treatment Plant Performance. Int. J. Environ. Res. Public Health, 16, 453.
- Hoogendijk, K., Myburgh, P.A., Howell, C.L., & Hoffman, J.E. (2023). Irrigation of Agricultural Crops with Municipal Wastewater - A Review. South African Journal of Enology and Viticulture, 44(1), 31-54. https://dx.doi.org/10.21548/44-1-5718.
- Hussein E. Al-Hazmi, Ali Mohammadi, Aleksander Hejna, Joanna Majtacz, Amin Esmaeili, Sajjad Habibzadeh, Mohammad Reza Saeb, Michael Badawi, Eder C. Lima, Jacek Mąkinia(2023), Wastewater reuse in agriculture: Prospects and challenges, Environmental Research, 236, (1) 116711.
- Jingxi Ma, Shuqing Wu, N. V. Ravi Shekhar, Supriya Biswas, Anoop Kumar Sahu, (2020). "Determination of Physicochemical Parameters and Levels of Heavy Metals in Food Waste Water with Environmental Effects", Bioinorganic Chemistry and Applications, vol. 2020, Article ID 8886093, 9 pages.
- Ji Li, Guobing Luo, LingJun He, Jing Xu & Jinze Lyu (2018) Analytical Approaches for Determining Chemical Oxygen Demand in Water Bodies: A Review, Critical Reviews in Analytical Chemistry, 48:1, 47-65.
- Kailas Govinda Khadse , Aditya Kailas Khadse, (2020). Assessment of Wastewater Treatment Plant Performance using Capability Indices, international journal of engineering research & technology (ijert) 09, 04 , 267- 272.
- Kefi, Mohamed, Nesrine Kalboussi, Alain Rapaport, Jérôme Harmand, and Hakim Gabtni. (2023). "Model-Based Approach for Treated Wastewater Reuse Strategies

Focusing on Water and Its Nitrogen Content “A Case Study for Olive Growing Farms in Peri-Urban Areas of Sousse, Tunisia”" Water 15, no. 4: 755.

- Louis Zib, Diana M. Byrne, Landon T. Marston, Christopher M. Chini. (2021), Operational carbon footprint of the U.S. water and wastewater sector’s energy consumption, Journal of Cleaner Production, 321 , 128815.
- Manoukian, L., Metson, G.S., Martín Hernández, E., Vaneeckhaute, C., Frigon, D., Omelon, S. (2023). Forging a cohesive path: Integrating life cycle assessments of primary-origin phosphorus fertilizer production and secondary-origin recovery from municipal wastewater, Resources, Conservation and Recycling, 199, 107260.
- Mazher, A (2017). Ability of Some Woody Trees for Growth under The Stress of irrigation With Wastewater. Agricultural Engineering International: CIGR Journal Agric. Eng. Int: Cigr Journal 234-23.
- Micek, Agnieszka, Krzysztof Jóźwiakowski, Michał Marzec, and Agnieszka Listosz.(2020). "Technological Reliability and Efficiency of Wastewater Treatment in Two Hybrid Constructed Wetlands in the Roztocze National Park (Poland)" Water 12, no. 12: 3435.
- Narayanan, C.M., Narayan, V. (2019) Biological wastewater treatment and bioreactor design: a review. Sustain Environ Res 29, 33.
- Olfat A. Hawamdeh; A. A. Taha; A. Mosa and M. R. Al-Derini. (2023). A Review: Long-Term Impact of Recycled Wastewater Irrigation on Woody Forests. J. of Soil Sci. and Agric. Eng., Mansoura Univ., 14 (2), 41-56.
- Shokry, Afaf .et al,(2021). "Effect of using treated sewage water on the yield of some tree species compared with those irrigated by fresh water" Journal of Environmental Sciences (JES) Institute of Environmental Studies and Research, Ain Shams University, Vol.(50); Iss.(3); No.(3), 89-106.
- Santos, Andreia F., Paula Alvarenga, Licínio M. Gando-Ferreira, and Margarida J. Quina. (2023). "Urban Wastewater as a Source of Reclaimed Water for Irrigation: Barriers and Future Possibilities" Environments 10, no. 2: 17.
- Soufan, Walid, Mohammad K. Okla, and Abdullah A. Al-Ghamdi. (2019). "Effects of Irrigation with Treated Wastewater or Well Water on the Nutrient Contents of Two Alfalfa (Medicago Sativa L.) Cultivars in Riyadh, Saudi Arabia" Agronomy 9, no. 11: 729.
- Qasim S. R. (2010). Wastewater Treatment Plants: Planning, Design and Operation, 2nd Ed. Washington, D.C.: CR.
- Samuel Oji Iheukwumere, Philip Ogbonnaya Phil-Eze, Kelechi Friday Nkwocha.(2021): Seasonal Variability and Wastewater Treatment Efficiency in Federal Capital Territory, Abuja. International Journal of Environmental Chemistry; 5(2): 31-37.
- Sewe, H.A. (2010). A study on the Efficiency of Dandora Domestic and Industrial Wastewater Treatment Plant in Nairobi.MSc Thesis. Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology.
- United States. Clean Water Act, sec. 304(a)(4), 33 U.S.C. § 1314(a)(4), 2016. https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2016-12/ documents / petition -wqc- guidance - section-304.pdf.

- U.S. Environmental Protection Agency, MAY 5, 2022. https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-03 / ezD7760666 _ GNEB % 20Minutes_May%205%202022_FINAL%20%28003%29.pdf.
- Vanessa Ribeiro Urbano, Thaís Grandizoli Mendonça, Reinaldo Gaspar Bastos, Claudinei Fonseca Souza, (2017). Effects of treated wastewater irrigation on soil properties and lettuce yield, Agricultural Water Management, Volume 181, Pages 108-115.
- Wafa Al-Maamari and Emad Farouk Saleh (2023).Green Social Work and Its Role in Developing Environmental Awareness and Ensuring Environmental Sustainability. Scientific Journal of Social Service - Faculty of Social Service - Aswan University ; 4 (2), 69-95.
- WHO (2004). Guidelines for Drinking- Water Quality 2004(3 Ed.).Geneva World Health Organization.494 pp.
- Waqas, Sharjeel, Noorfidza Yub Harun, Nonni Soraya Sambudi, Kunmi Joshua Abioye, Muhammad Hamad Zeeshan, Abulhassan Ali, Aymn Abdulrahman, Loai Alkhattabi, and Ahmad S. Alsaadi. (2023). "Effect of Operating Parameters on the Performance of Integrated Fixed-Film Activated Sludge for Wastewater Treatment" Membranes 13, no. 8: 704.
- Xi-wen Li; Jie Li; Henk van der Werff. "Cinnamomum camphora". Flora of China. Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO & Harvard University Herbaria, Cambridge, MA. Retrieved 27 March 2013.
- Yang, Zhi; Liu, Bing; Yang, Yong; Ferguson, David K. (2022). "Phylogeny and taxonomy of Cinnamomum (Lauraceae)". Ecology and Evolution. 12 (10).

Studying the treatment of sewage and industrial wastewater to irrigate tree forests and green spaces to raise environmental awareness through some sustainable development goals

Summary:

Preserving water as a natural resource and providing safe drinking water to citizens and future generations is one of the tools of sustainable development. Treating sewage and industrial wastewater and using it for irrigation contributes to reducing the consumption of Nile River water used in agriculture and providing this amount for drinking water. Thus, we achieve sustainable development and sustainable development goals No. 3-6-11-13 and resistance to climate change. The goal of this research is to raise environmental awareness of sustainable development by clarifying the importance of treating wastewater and industrial wastewater and the importance of studying the treatment efficiency and the quality of the final seepage of treated wastewater and industrial wastewater. The treatment efficiency was studied at both the wastewater and industrial wastewater treatment plants using oxidation pond technology. The study showed that the efficiency of the wastewater treatment plant in the dual treatment recorded a positive value for the COD, BOD5, and TSS indicators, which are 91.63%, 96.04%, and 94.00%, respectively. The efficiency of the wastewater treatment plant in the tertiary treatment recorded a positive value for the COD, BOD5, and TSS indicators, which are 94.40%, 97.64%, and 96.68%, respectively. The efficiency of the industrial wastewater treatment plant in primary treatment recorded a positive value for the COD,

BOD5, and TSS indicators, which are 83.1%, 85.8% and 94.7%, respectively. We conclude from the results obtained that we can benefit from treated wastewater and industrial wastewater in irrigating non-fruitful tree forests including irrigation of green areas. Hence, we have achieved sustainable development goals by preserving the water of the Nile River as a healthy and clean natural resource for future and current generations, providing it for drinking, and the use of treated wastewater in irrigation and agriculture is an alternative to Nile River water. By treating the wastewater, it will not be discharged into the waters of the Nile River or the sea, thus reducing pollution and its emissions.

Keywords: Sustainable development, Treated wastewater, Treatment efficiency, Irrigation.