Journal of Nature, Life and Applied Sciences (JNSLAS) • Vol 7, Issue 2 (2023) • P: 56 – 27
https://journals.ajsrp.com/index.php/jnslas
ISSN: 2522-3356 (Online) • ISSN: 2522-3356 (Print)

Wastewater treatment
(The study of Wastewater treatment plants in Riyadh in terms of treatment methods and properties of treated water)

Lecturer \ Najla Ali Alghonaimi

College of Humanities and Social Sciences | King Saud University | KSA

Received: 21/02/2023

Revised: 01/03/2023

Accepted: 27/03/2023

Published: 30/06/2023

* Corresponding author: nalghonaimi@ksu.edu.sa

Citation: Alghonaimi, N. A. (2023). Wastewater treatment (The study of Wastewater treatment plants in Riyadh in terms of treatment methods and properties of treated water). *Journal of natural sciences, life and applied sciences, 7(2),* 27 – 56. https://doi.org/10.26389/AJSRP.G210223

2023 © AISRP • Arab Institute of Sciences & Research Publishing (AISRP), Palestine, all rights reserved.

• Open Access

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license

Abstract: This study aimed at defining the physical, chemical and bacteriological characteristics of treated wastewater in the main plants (Northern, Southern, and Al-Jazeera district) in Riyadh and comparing them with the natural, chemical and bacteriological treated wastewater characteristics stated in international and Saudi specifications and standards.

Studying the variation between these plants till reaching these variables that affect negatively or positively on these characteristics.

The field work was the main source of information from which the results were drawn, as a number of treated wastewater samples were collected from the three main plants in Riyadh.

Conducting the necessary laboratory analyzes on such samples. The analysis included physical analyzes to estimate the acidity and alkalinity degree, the chemical analysis on chlorides, the turbidity rate, the chemical oxygen requirement, the biochemical oxygen requirement, as well as the bacterial analyzes, which included the estimation of the total number of bacteria and fecal coliform bacteria.

The statistical methods were used such as arithmetic mean, graphs, and the (f) value, in order to verify the validity of research questions.

The study findings reached that there were statistically significant differences in each of the scales (PH, COD, TSS, ALK, CL TURB, BOD, F.CL2) among the three main wastewater treatment plants.

The study recommended the need to emphasize users of the public wastewater system not to discharge any wastewater because of its harmful effect on wastewater facilities and to oblige them to treat them to an acceptable degree.

Keywords Fat traps, oil traps, biochemical oxygen requirement (BOD), chemical oxygen requirement (COD).

معالجة مياه الصرف الصحي
(دراسة المحطات الرئيسية في مدينة الرياض من حيث طرق المعالجة وخواص المياه المعالجة فيها)

المحاضرة / نجلاء علي الغنيمي

كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية | جامعة الملك سعود | المملكة العربية السعودية

المستخلص: هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيكترولوجية لمياه الصرف الصحي المعالجة في المحطات الرئيسة (الشمالية، الجنوبية، حي الجزيرة) في مدينة الرياض، ومقارنتها بخصائص مياه الصرف الصحي المعالجة الطبيعية والكيميائية والبيكترولوجية الواردة في المواصفات والمعايير العالمية والسعودية.

ودراسة التباين بين هذه المحطات للوصول إلى هذه المتغيرات التي تؤثر سلباً أو إيجاباً على هذه الخصائص.

وقد كان العمل الميداني هو المصدر الأساسي للمعلومات التي استخلصت منها النتائج حيث تم جمع عدد من عينات مياه الصرف الصحي المعالجة من المحطات الرئيسة الثلاث في مدينة الرياض.

وإجراء التحاليل المختبرية اللازمة على هذه العينات حيث اشتملت على التحاليل الفيزيائية على تقدير درجة الحموضة والقلوية، والتحليل الكيميائي على الكلوريدات نسبة العكورة والمتطلب الكيميائي للأوكسجين المتطلب البيوكيميائي للأوكسجين، أيضاً التحاليل البكتيرية التي شملت على تقدير العدد الكلي للبكتيريا وبكتيريا عصيات القولون البرازية.

وتم استخدام بعض الأساليب الاحصائية من متوسطات حسابية ورسوم بيانية واختبار (ف) وذلك للتحقق من صحة التساؤلات التي بنيت عليها الدراسة.

وقد أظهرت نتائج الدراسة وجود فروق دالة إحصائية في كلٍ من مقياس(PH, COD, TSS, ALK, CL TURB, BOD, F.CL2) بين محطات معالجة مياه الصرف الصحي الرئيسية الثلاث.

وكانت أهم التوصيات التي أوصت بها هذه الدراسة ضرورة التشديد على مستخدمي شبكة مياه الصرف الصحي العامة بعدم تصريف أي مخلفات سائلة لما لها من تأثير ضار على مرافق مياه الصرف الصحي وإلزامها بمعالجة أولية لدرجة مقبولة.

الكلمات المفتاحية: مصائد الدهون، مصائد الزيوت، متطلب الأوكسجين الكيموحيوي (BOD)، متطلب الأوكسجين الكيميائي (COD).

المقدمة:

تعد مدينة الرياض من أكبر المدن السعودية نمواً وتوسعاً، إذ بلغ عدد سكانها حسب آخر دراسة سكانية (5254560) نسمة، وبلغت مساحتها (5961كلم مربع) " الهيئة الملكية لمدينة الرياض. 1439هـ".

ونتيجة لذلك ازداد الضغط على خدمات المدينة وأهمها موارد مياه الشرب، والتي تعاني أصلا من الشح الواضح، حيث تقتصر مصادر المياه أولاً: على مياه الآبار السطحية من وادي نساح الواقعة على بعد حوالي 40 كم جنوب مدينة الرياض حيث يوجد 21بئراً، ثانياً: على مياه الآبار العميقة من طبقات البياض والمنجور والوسيع والمهددة بالنضوب، وثالثاً: على مياه البحر المحلاة التي تكلف الدولة الأموال الباهظة لإنتاجها وإيصالها من محطات التحلية بمدينة الجبيل الصناعية على الساحل الشرقي، ونتيجة للنمو السكاني والتوسع العمراني ازداد الطلب على المياه في مدينة الرياض بمعدل بلغ 8% سنوياً، مما نتج عنه زيادة في مياه الصرف الصحي بلغت كميتها القصوى (1.7) مليار متر مكعب في عام 1439هـ "الهيئة الملكية لمدينة الرياض. 1439هـ".

وغالباً ما تكون مياه الصرف الصحي غير مستغلة الاستغلال الأمثل لأن ما يصل إلى محطة المعالجة الرئيسية التابعة للمديرية العامة لمياه مدينة الرياض خلال عام 1439هـ (532809) متر مكعب فقط وهي تشكل قرابة ثلث المياه المسالة إلى المدينة " المديرية العامة للمياه ومياه الصرف الصحي بمدينة الرياض 1440 ".

ومن هذا المنطلق تسعى الباحثة في هذه الدراسة بصفة أساسية إلى تقدير حجم المياه المعالجة التي يمكن توفيرها من خلال هذه المحطات، مما سينتج عنه الاستغلال الأمثل لمياه الصرف الصحي في المدينة وتقليل الضغط على مصادر المياه فيها.

مشكلة الدراسة:

يستهلك سكان مدينة الرياض كميات كبيرة من المياه الصالحة للشرب تصل إلى (6213210000) متر مكعب سنوياً "كمية المياه المستهلكة وعدد المشتركين، الشركة المياه الوطنية عام 2019م"، ونظراً لقلة المصادر المائية حظيت مياه الصرف الصحي والبالغة (1,7) مليار متر مكعب كبيرة وذات أهمية إذا ما تمت معالجتها واستغلت بالطريقة المناسبة لها، " المديرية العامة للمياه ومياه الصرف الصحي بمدينة الرياض 1440هـ" وإذا أمعنا التفكير بأن جزء لا يستهان به من هذه الكمية عبارة عن مياه نظيفة لأنها من نتاج الاستخدام السكني فإنه يتوجب علينا التفكير بها والاتجاه نحوها وإعادة استخدامها في بعض الأغراض بصورة مباشرة وغير مباشرة بعد معالجتها وتنقيتها، وتحويلها إلى مصدر مهم وداعم لمصادر المياه لمدينة الرياض.

أهداف الدراسة: تهدف الدراسة إلى:

1- دراسة الواقع الحالي لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي الرئيسة في مدينة الرياض من حيث الحجم والنوع.
2- دراسة وتقييم نوعية مياه الصرف الصحي المعالجة من المحطات المنتجة حالياً في مدينة الرياض من حيث خواصها الطبيعية، والكيميائية، والبكترولوجية من اجل استنباط أفضل الشروط في إنشاء المحطات الجديدة.

أهمية الدراسة:

تعتبر مياه الصرف الصحي من أكثر ملوثات البيئة خطورة وخاصة على الإنسان حيث أنها تحتوي على العديد من الملوثات الضارة وخاصة عند تسربها إلى مصادر المياه في مدينة الرياض والتي تؤدي إلى إحداث خلل فيها مما قد ينتج عنها انتشار الأمراض، لذا تلجأ أمانة مدينة الرياض إلى معالجتها في ثلاث محطات رئيسة بطريقة متوافقة مع متطلبات الجودة الطبيعية والكيميائية والبيكترولوجية.

منهجية الدراسة:

أ- منهجية التحليل: إن طبيعة هذه الدراسة تتطلب الاستعانة بالمنهج الوصفي التحليلي، وتحليل المياه المعالجة، والعوامل المؤثرة فيها، واستخدام الأساليب الإحصائية والتحليلية والكمية، ونتائج التحليل ألمختبري للمياه، وبيانات العمل الميداني للإجابة على تساؤلات الدراسة وتحقيق أهدافها.

لوصف وتحليل بيانات الدراسة والإجابة على تساؤلاتها سوف يتم استخدام الأساليب الإحصائية الوصفية والتحليلية التالية:

استخدام الأساليب الإحصائية الوصفية والتحليلية للحصول على نتائج أكثر دقة عن طريق برنامج الحزم الإحصائية الاجتماعية Statistical Package for Social Science (SPSS) وهي على النحو التالي:

أولاً: استخدام الأساليب الإحصائية الوصفية لوصف متغيرات الدراسة والمتمثلة في مقاييس النزعة المركزية (المتوسط الحسابي، الوسيط).

ثانياً: استخدام تحليل اختبار "ت"T.Testللتحقق من وجود التباين في خصائص مياه الصرف الصحي الطبيعية والكيميائية والبكترولوجية في المحطات الرئيسية التابعة لمدينة الرياض.

ب- مصادر البيانات: تعتمد الدراسة على مجموعة من المصادر وهي:

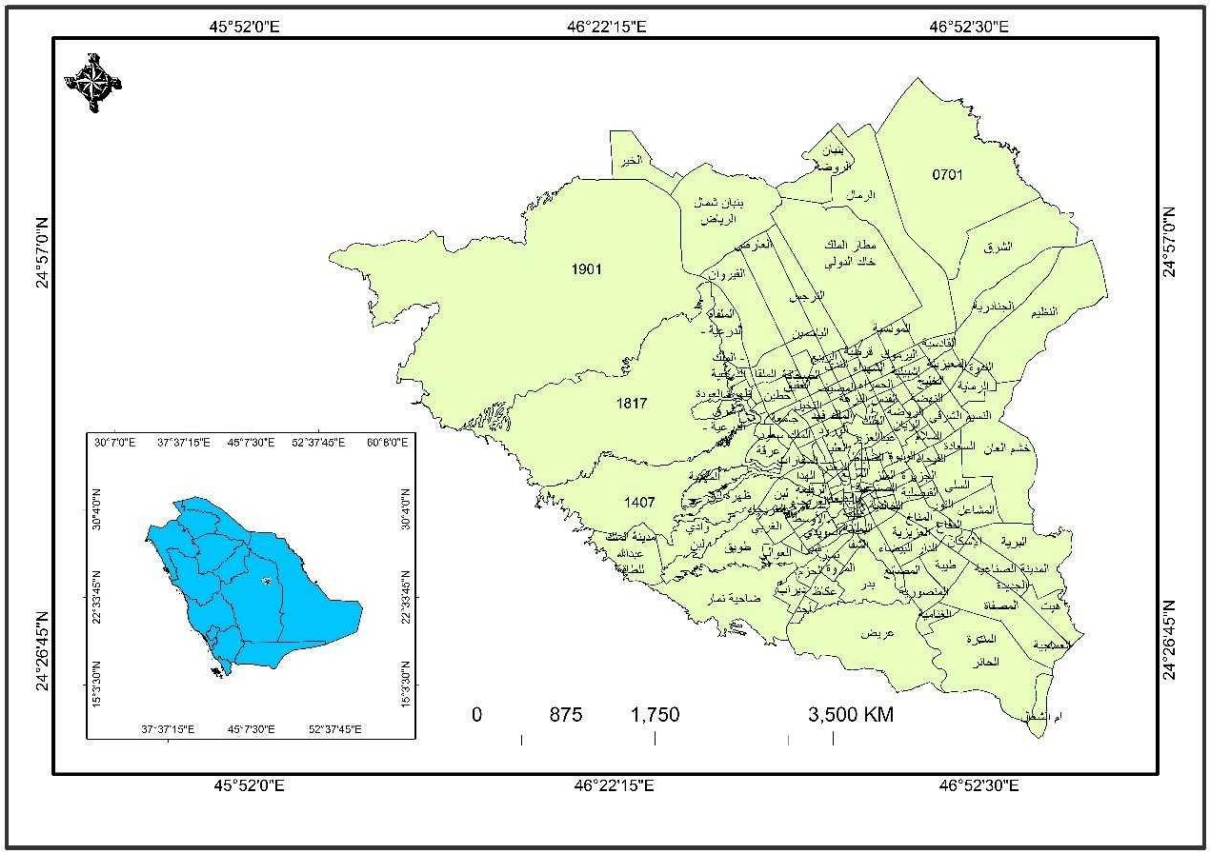
1- المصادر الوثائقية: تشتمل البيانات التي تم الحصول عليها من الوثائق والتقارير الرسمية والحكومية والإحصائيات الصادرة من: الهيئة الملكية لمدينة الرياض، أمانة مدينة الرياض، وزارة البيئة والمياه والزراعة بالرياض، شركة المياه الوطنية بالرياض، والمصادر المكتبية والتي تشمل الكتب والدوريات والأبحاث المتعلقة بمجال المياه.

2- المصادر الميدانية:

نظراً لعدم توفر البيانات اللازمة لأهداف الدراسة في المصادر الثانوية فإن الباحثة لجأت إلى الدراسة الميدانية لجمع عينات المعالجة وتحليلها طبيعياً وكيميائياً وبيكترولوجياً في المختبرات الخاصة بالمياه.

ج- حدود الدراسة: تتركز هذه الدراسة في مدينة الرياض التي تقع في وسط المملكة العربية السعودية عند التقاء دائرة عرض أربع وعشرون درجة واثنان وأربعون دقيقة شمالاً وخط طول ثلاث وأربعون درجة وست واربعون دقيقة شرقاً، وعلى ارتفاع حوالي 600م فوق سطح البحر.

تبلغ مساحة مدينة الرياض حوالي 5961كم 2، وتضم 13 بلدية، و20 حياً، وحسب تقديرات السكان لعام 1439هـ التي أنجزتها الهيئة الملكية لمدينة الرياض يبلغ عدد سكان مدينة الرياض حوالي 5.2 مليون نسمة.



شكل رقم (1): خريطة لمدينة الرياض. المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على خريطة الهيئة الملكية لمدينة الرياض.

هيكلة الدراسة:

تم تقسيم هذه الدراسة إلى مبحثين، يتناول المبحث الأول واقع محطات معالجة مياه الصرف الصحي الرئيسة الثلاث في مدينة الرياض من حيث الحجم، بينما يتطرق المبحث الثاني واقع محطات معالجة مياه الصرف الصحي الرئيسة الثلاث في مدينة الرياض من حيث النوع ومن ثم النتائج التي توصلت لها هذه الدراسة وأهم التوصيات التي أوصت بها بناءاً على النتائج.

الإطار النظري والدراسات السابقة

أولاً- الإطار النظري

تعد محطات معالجة مياه الصرف الصحي محطاتٌ مهمة لمعالجة المياه في مدينة الرياض وأداة اقتصادية فعالة لاستغلال هذه المياه والاستفادة منها بعد المعاجلة والتنقية الطبيعية والكيميائية والبيكترولوجية لتصبح مصدراً داعماً للمصادر المائية الأخرى للمدينة حيث يستفاد منها بصورة غير مباشرة كملية ري المزروعات في مشاريع المدينة وإنشاء البحيرات الاصطناعية لتكوين نظام بيئي جميل في منتزهاتها.

ثانياً- الدراسات السابقة

تتنوع الدراسات وتتعدد في مجال مياه الصرف الصحي ومعالجتها، وخاصة مع النمو السكاني وقلة الموارد المائية وشحها من وقت لآخر.

وشملت الدراسات العديد من الدول سواء على المستوى العالمي، أو الإقليمي، أو المحلي، حيث حرصت جميع السياسات على وضع استراتيجيات تكون في المصلحة العامة ومنها:

1- دراسة (مشرف) 1982م، حول معالجة المياه المبتذلة وإعادة استعمالها لبعض الأغراض بين أن لهذه المياه عدة مصادر أهمها المياه المبتذلة المحلية من المناطق السكنية والتي يطلق عليها (Domestic Sewage) حيث أن لها خواص ومكونات ثابتة ومتشابهة، وكذلك المياه المبتذلة من المناطق الصناعية والتي تسمى بـ (Industrial Sewage)، والتي تختلف في طبيعتها، باختلاف نوعية المصانع، كما بين أن نوعية ودرجة المياه المنقاة تعتمد على الغرض الذي من أجله سيتم استخدامها.

2- دراسة للعالم (Edwards 1990)، التي أوضح فيها إمكانية الاستفادة من مياه الصرف الصحي بعد معالجتها معالجة أولية وذلك في المزارع السمكية التي تتم فيها تربية الأسماك على شكل برك التي يتم تغذيتها عن طريق مياه الصرف الصحي المعالجة وأكبر مثال لها هي التي في نظام الأراضي الرطبة في شرق مدينة كلكتا في الهند.

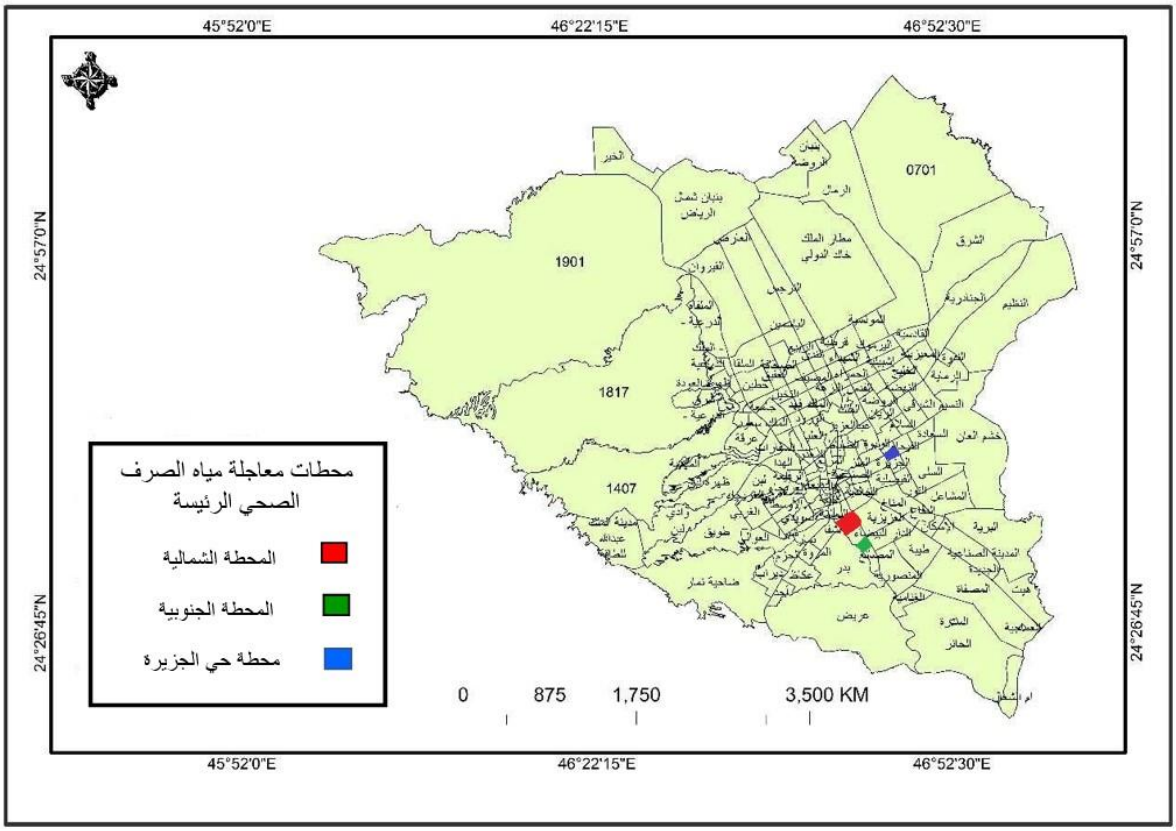
3- بين (شاتيلا) في دراسته سنة 1990م حول توفير المياه للعالم العربي عن طريق معالجة مياه المجاري أنه أصبح من الصعب الاكتفاء بتوفير المياه بصورة طبيعية في ظل محدودية الإمكانيات في التعويض عن المياه المستهلكة، وذكر أن مياه الصرف الصحي تتكون عادة من 97% من المياه و3% من مواد عضوية ومواد صلبة، وقد أغفلت معظم البلدان العربية لوقت طويل إعادة استخدامها لأسباب صحية ونفسانية، حيث أنه لابد من الأخذ في الاعتبار ضرورة الاهتمام بها أثناء المعالجة والهدف من ذلك التخفيف من استغلال المياه الطبيعية وتوفير مياه للشرب من مصدر آخر.

4- ذكر (أصفري)1991م، في دراسة له حول ضرورة معالجة مياه المجاري وإعادة استخدامها في المدن العربية أن مياه الصرف الصحي تحتوي بشكل عام على كثير من الشوائب والملوثات التي تسبب بعضها أضرار بيئية وصحية خطيرة على الإنسان والحيوان والنبات والتربة ومصادر المياه المختلفة، والتي أكد على ضرورة معالجة هذه المياه بشكل رئيسي ليتم الحصول على مياه نقية وخالية من الملوثات لحماية الصحة والبيئة العامة.

5- أشار(الراوي) 1994م، في دراسته إلى إمكانية استخدام مياه الفضلات المعالجة كونها تستهلك كميات كبيرة من المياه العذبة المتاحة في العراق مما يؤثر على متطلبات الأنشطة الأخرى كالشرب والصناعة والخدمات وغيرها فكان من الضروري البحث عن مصادر مياه غير تقليدية يستفاد منها في سد احتياج قطاع الزراعة ويمكن أن يكون بديلاً عن المياه العذبة في هذا المجال فكان التفكير في إعادة استخدام مياه الفضلات المعالجة جزئياً أو كلياً لأغراض الزراعة بعد المعالجة والتنقية، خصوصاً في المناطق الجافة وشبه الجافة، والذي يساعد على ذلك افتقارها إلى المصادر المائية التي تسد حاجتها فضلاً على احتوائها على مواد عضوية وعناصر مركبة تفيد في نمو النباتات والتي تعمل على تحسين خصوبة التربة والاستغناء والتقليل من الاعتماد على الأسمدة التجارية، وبذلك يتحقق المردود الاقتصادي للبلاد والاستفادة منها ليس في قطاع الزراعة فحسب بل في عدة مجالات صناعية وترفيهية وفي تغذية المياه الجوفية أيضا.

المبحث الأول- الواقع الحالي لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة الرياض من حيث الحجم:

اولاً- طرق المعالجة في المحطات الرئيسة الثلاث :



شكل رقم (2): خريطة توزيع محطات الصرف الصحي الرئيسة، المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على خريطة الهيئة الملكية لمدينة الرياض.

تعتمد مدينة الرياض في معالجة مياه الصرف الصحي على ثلاث محطات رئيسة تابعة للمديرية العامة للمياه بمنطقة الرياض، والتي تقوم على تجميع ومعالجة وتنقية مياه الصرف الصحي للمساهمة في حماية البيئة والاستفادة من مياه الصرف الصحي في أغراض متعددة، وهذه المحطات هي:

المحطة الأولى: محطة معالجة مياه الصرف الصحي بالرياض (المحطة الجنوبية) الواقعة على طريق المنصورية جنوب المدينة، وتبلغ سعتها اليومية (200000م3/يوم) من مياه الصرف الصحي، وتعتمد المعالجة الحيوية فيها على المرشحات والمنتهية بالتنقية الثلاثية للمياه المعالجة.

المحطة الثانية: محطة معالجة مياه الصرف الصحي بالرياض (المحطة الشمالية) والتي تقع على طريق المنصورية جنوب مدينة الرياض، وتبلغ سعتها اليومية (200000م3/يوم)، والتي تعتمد على أحواض التهوية في المعالجة، وتعالج المياه فيها بالتنقية الثلاثية.

ويبلغ متوسط السعة التصميمية لتلك المحطتين (المحطة الجنوبية والمحطة الشمالية) (400000م3/يوم)، والسعة القصوى لهما تبلغ(680000م3/يوم) من مياه الصرف الصحي.

المحطة الثالثة: محطة إسكان حي الجزيرة لمعالجة مياه الصرف الصحي والواقعة جنوب شرق المدينة، وتبلغ سعتها اليومية من مياه الصرف الصحي (3000م3/يوم)، وتعتمد المعالجة الحيوية فيها على أحواض التهوية الممتدة والمنتهية بالتنقية الثلاثية للمياه المعالجة.

ونظراً للتوسع السريع لمدينة الرياض وزيادة توصيلات شبكات مياه الصرف الصحي فيها فقد تقرر بناء محطتين مساندتين وهما لا زالتا تحت الإنشاء وهما:

المحطة الأولى: توسعة المحطة الشمالية الواقعة جنوب مدينة الرياض بسعة (200000م3/يوم) لمياه الصرف الصحي، بحيث تكون المعالجة الحيوية فيها بنظام كاروسيل لأحواض التهوية.

المحطة الثانية: محطة معالجة مياه الصرف الصحي الواقعة على طريق الخرج جنوب مدينة الرياض بسعة (100000م3/يوم) لمياه الصرف الصحي ومعالجتها بنظام كاروسيل الخاص بأحواض التهوية.

المبحث الثاني: الواقع الحالي لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة الرياض من حيث النوع:

تشمل معالجة مياه الصرف الصحي على مجموعة من العمليات الطبيعية والكيميائية والبكتريولوجية التي يتم فيها إزالة المواد الصلبة والعضوية والكائنات الدقيقة أو تقليلها إلى درجة مقبولة، وقد يشمل ذلك إزالة بعض العناصر الغذائية ذات التركيزات العالية مثل الفسفور والنيتروجين في تلك المياه، ويمكن تقسيم تلك العمليات حسب درجة المعالجة إلى عمليات تمهيدية وأولية وثانوية ومتقدمة، وتأتي عملية التطهير للقضاء على الأحياء الدقيقة في نهاية مراحل المعالجة وتتضمن هذه المراحل ما يلي:

المرحلة الأولى: الترسيب:

والهدف من هذه العملية فصل المواد الصلبة المعلقة القابلة للترسيب من المخلفات المائية، وهذا الفصل يحكمه الاختلاف في الكثافة النوعية بين هذه المواد وبين محلول المخلفات المائية وكلما كان الفرق كبيراً كان الفصل سريعاً وسهلاً.

(وتنقسم تلك المواد الصلبة المعلقة القابلة للترسيب إلى قسمين:

1. مواد عالية الكثافة سريعة الترسيب وتشمل المواد غير العضوية كالرمال والحصى والأتربة وكسر الزجاج والمعادن وبعض المواد العضوية كبقايا العظام وقشر البيض وبعض بذور النباتات، وهذه المواد يمكن ترسيبها باستخدام أحواض إزالة الرمال (Grit Removal Chambers).
2. مواد منخفضة الكثافة بطيئة الترسيب وتشمل المصممة بطريقة صلبة القابلة للتحلل البيولوجي والموجودة في حالة دقيقة والتي يمكن ترسيبها باستخدام أحواض الترسيب الأولية (Primary Sedimentation Tanks).[1]

وفي هذه المرحلة تبدأ المعالجة الأساسية والتي صممت بطريقة علمية محسوبة لإزالة المواد غير العضوية من رمال وجسيمات معدنية وغيرها والتي لها سرعة ترسيب أكبر من سرعة ترسيب المواد العضوية.

وهي تتخذ نوعيين مهمين:

- الغرف المربعة Square Chamber:

وفيها تتجمع المواد الصلبة بنظام ميكانيكي دوار إلى مجمع سفلي على جانب الغرفة ومنه تصعد على سطح مائل بنظام ميكانيكي تذبذبي حيث سيل الماء من الحصى حاملاً معه المواد العضوية إلى أسفل وبذلك يتم الحصول على حصى نظيف جاف نسبياً بالمقارنة بباقي الأحواض.

- الأحواض المهواة Aerated Chamber:

وهي تستخدم لتخفيف حالات التعفن التي توجد في بعض مياه الصرف الصحي عند وصولها لمحطة المعالجة نتيجة لمسارات خطوط التصريف الطويلة والتي تحتاج مياه الصرف الصحي فيها إلى وقت أطول يحدث خلاله تحلل

(1) تقرير تشغيل محطات الصرف الصحي، الإدارة البيئية.

لا هوائي للمواد العضوية، وفيها يدفع تيار من الهواء خلال المخلفات مما يساعد على زيادة الفرق في الكثافة بين الحصى والسائل مما يعجل بفصلها، وتتميز هذه الأحواض بقصر وقت الاحتجاز.

المرحلة الثانية: المعالجة الأولية:

في هذه المرحلة تدخل المياه في أحواض الترسيب الدائري عن طريق أنبوب تنتهي فتحتها في محور الحوض وبمنسوب تحت سطح الماء بحوالي 50سم وتصب داخل اسطوانة رأسية لتوجيه الماء إلى أسفل لمساعدة عملية الترسيب وزيادة مدة البقاء للمياه بالحوض، وأمام الأسطوانة وعلى بعد من مخرجها يثبت بها لوح من الحديد وذلك للحد من اندفاع المياه وحماية الرواسب بقاع الحوض من الإثارة، وتتجه المياه على هدار بأعلى منسوب المياه بالحوض وبطول محيطه تسقط منه المياه إلى مجرى المخرج ومنها إلى وحدات المعالجة الباقية.

(والحمأة المجتمعة بالقاع تنزلق على ميوله الحادة بواسطة زحافة وسط الحوض وترفع الحماة منه بضغط الماء ثم تنقل بالرفع إلى أحواض معالجة الحمأة).[2]

وتستعمل المواد الكيماوية للتعجيل بعملية الترسيب إذ بواسطتها تتكون نواة تلتف وتتجمع حولها المواد العالقة فتزيد بذلك كثافتها مما يعجل برسوبها.

والكيماويات المستخدمة في عملية الترسيب هي كلور الجير وكلور الماغنيسيوم وكبريتات الأمونيوم وكبريتات الحديدوز حيث تمزج مياه المجاري بهذه المخاليط الممزوجة بالماء قبل مزجها بمياه المجاري وتعمل على تخفيض الأكسجين الحيوي الممتص 70 - 80% والتخلص من حوالي 80- 90% من مجموع المواد الصلبة العالقة.

المرحلة الثالثة: المعالجة الثانوية أو البيولوجية:

وتهدف هذه المرحلة إلى:

- تخثر وإزالة المواد الفردية الصلبة غير القابلة للترسيب.
- موازنة المواد العضوية.
- تقليل نسب المواد العضوية الموجودة في الحماة.
- تخفيض مواد التغذية (مثل النيتروجين والفسفور) في الحمأة.

في هذه المرحلة تكون فيها الكائنات الحية الدقيقة لها حرية الحركة داخل المفاعل حيث أن الكائنات الحية الدقيقة تبحث لوحدها عن غذاءها وهي تعتمد على طريقة الحمأة النشطة والتي هي نوع من أنواع المعالجة بالنمو العالق التي تعتمد على المعالجة الحيوية الهوائية لمياه المجاري، كما يتم فيها الأكسدة للمواد الكربوهيدراتية وعملية النترنه.

وهي تعتمد على ما تحتويه الفضلات السائلة بتلبد النمو الحيوي ومن ثم فصل المياه المعالجة من النمو الحيوي، وتمثل بعض الكائنات الحية المتكاثرة في الحمأة النشطة فضلات تخرج مع التصريف المنبثق من الحوض وبعضها الآخر يشمل داخل النظام.

تعمل الكائنات الحية الدقيقة في الحمأة المنشطة على الفضلات السائلة في حوض التهوية في وجود الأكسجين، وتقوم هذه الكائنات بامتزاز المواد الصلبة العالقة والغروية (ولحد ما المواد العضوية الذائبة) عن سطح متلبدان الحمأة النشطة، وفي ذات الوقت فان النمو الحيوي الكبير يتحول إلى غذاء احتياطي داخل خلايا الميكروبات، وهذه الظاهرة مسئولة عن الإزالة الابتدائية السريعة للحاجة البيوكيميائية للأكسجين في الحماة النشطة.

وتنمو الكائنات الحية الهوائية وتزداد داخل حوض التهوية مما يكون الكتلة الحيوية Biomass أو الحمأة النشطة.

(2) منهج تدريب مشغلي محطات الصرف الصحي بمصلحة الصرف الصحي بالرياض.

وبهذه الطريقة يتم التخلص من الفضلات التالية:[3]

- المركبات العضوية الذائبة أو الغروانية القابلة للتفتيت.
- المواد الصلبة العالقة وغير المترسبة.
- بعض المركبات والمكونات الأخرى التي يمكن أن تمتص أو تتميز بهذه الطريقة.
- بعض المواد الغذائية مثل الفسفور والنيتروجين.
- بعض المواد العضوية المطهرة.

المعالجة عن طريق التهوية للحمأة المنشطة:

تعتمد على التهوية السطحية حيث أن في أحواض التهوية السطحية والميكانيكيةSurface Aeration تعرض المخلفات السائلة (على شكل صفائح أو شرائح دقيقة) للهواء حيث يتم امتصاص الأكسجين، ويتم تغيير هذه الصفائح المعرضة للهواء تباعاً عن طريق فرش دوارة أو آلات الخلط.

وفي معالجة الفضلات بهذه الطريقة يتم فصل المواد العالقة من الفضلات، ثم تستقبلها أحواض التهوية، حيث تمكث لمدة تتراوح مابين 16- 12 ساعة في وجود كمية مناسبة من الحمأة المعادة، لتظل درجة تركيز الأكسجين المذاب في حدود 2ملجم/لتر.

ثم تصرف مكونات حوض التهوية إلى أحواض الترسيب الملحقة (أحواض ترسيب ثانوية) حيث يتم ترسيب تلك المكونات لمدة تتراوح مابين 2-4 ساعات، ويكون فيه الجزء السائل للمخلفات المعالجة، ويعاد جزء من المواد الصلبة لحوض التهوية والجزء المتبقي يتم التخلص منه بعد أكسدته هوائياً بواسطة التخلص من الحمأة، ويتم التحكم في نوع وخصائص مكونات حوض التهوية عن طريق ثلاثة عوامل هي: المعامل الحجمي والمعامل الكثافي وعمر الأوساخ.

وتعتمد طرق المعالجة الحيوية الهوائية لإزالة المواد العضوية من مياه المجاري على فسيولوجية الكائنات الحية الدقيقة، حيث أنها تستخدم في وجود الأكسجين المواد العضوية الموجودة بالفضلات السائلة كمصدر لعنصر الكربون اللازم لتخليق الخلايا كمصدر للطاقة، كما أن كثيراً من الأنواع الهوائية من هذه الكائنات الدقيقة يمكنها الاستفادة من الأكسجين المتحد مع المركبات لإتمام الأكسدة وبناء الخلايا عند غياب الأكسجين الحر.

(ويعتبر عنصر الفسفور والنيتروجين من أهم المواد الغذائية للكائنات الحية الدقيقة داخل جهاز الحمأة المنشطة، وذلك لأن النيتروجين يدخل مباشرة في التخليق الحيوي، أما الفسفور فيدخل في تبادل الطاقة).

(وتعتبر طريقة الحمأة المنشطة طريقة معقدة تشارك فيها أنواع مختلفة من الفيروسات والبكتيريا والبروتوزا وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة القابلة للعيش في البيئة، وتتواجد هذه الكائنات إما منفردة أو مع بعضها وغالباً متداخلة مع الملوثات العضوية والخلايا الميتة بمكان وغيرها من الفضلات).

(وتتأثر الكائنات الحية الدقيقة لدرجات مختلفة بحالة المواد الغذائية ومكونات الفضلات وبعض العوامل والمؤثرات الأخرى المفروضة على النظام (مثل درجة الحرارة ووجود الكائنات الأخرى المنافسة) وفي بداية مرحلة المعالجة تزدهر السوطيات (Flagellated) والأوليات الاميبية التي لا تلبث أن تحل محلها الأهداب الحرة السابحة (Ciliates)،وبعدها تسود الأهداب ذات الجزع (Stalked) والتي تؤخذ كدليل على جودة عملية المعالجة في درجات تحميل عادية، وتتواجد الحيوانات الدوارة (الروتيفرات Rotifers) في الحماة النشطة عندما تكون درجة التهوية عالية جداً أو عندما يكون التحميل متدني في النظام).

(3) منهج تدريب مشغلي محطات الصرف الصحي بمصلحة الصرف الصحي بالرياض.

ومن أهم العوامل المؤثرة على طريقة الحمأة المنشطة ما يلي:

1. كمية ونوع الفضلات السائلة المتدفقة: حيث يمكن التحكم الجزئي في مواصفات وعدم ثبات نوع وكمية الحمأة والفضلات السائلة عن طريق تصميم وتشغيل محطات التجميع، كما يمكن استخدام وحدات موازنة منفصلة لبعض الفضلات السائلة.
2. مقدار مكوث الفضلات السائلة: حيث من الأفضل أن يكون مقدار المكوث الهيدروليكي طويل ليزيد من فعالية النظام من الحمولة، ويفضل أن يكون زمن المكوث ما بين 4-8 ساعات.
3. حجم الحمأة والتحميل: وهذه تعتمد على نسبة الغذاء مقارنة بكمية الكائنات الحية الدقيقة الموجودة (الغذاء/الكائنات) أو ما يسمى بمعدل تحميل الحمأة.
4. المواد العلقة بالسائل المختلط: وتتكون هذه المواد من أعداد الكائنات الدقيقة النشطة وغير النشطة والمواد العضوية غير القابلة للتفتيت والمواد غير العضوية والتي تتطلب درجات عالية التركيز من الأكسجين داخل نظام المعالجة، وهي تحتاج إلى أجهزة ترسيب ثانوية كبيرة.
5. كمية الأكسجين المذاب: حيث تتراوح كمية الأكسجين اللازمة لإكمال المعالجة داخل أجهزة التهوية ما بين 1-2 ملجم/لتر.
6. عمر الحمأة: وهي تعتمد على حجم حوض التهوية وتدفق الفضلات السائلة الداخلة إليه والخارجة منه وكمية المواد العالقة بداخله، وكمية المواد المعادة له، وكمية المواد الصلبة في التصريف الخارجي.
7. المزج والدفق المضطرب: حيث يحدث داخل حوض التهوية بواسطة حركة فقاقيع الهواء الناتجة من جراء الهواء المضغوط عبر طبقات متعددة أو بتشغيل أجهزة ميكانيكية مختلفة.
8. تأثير درجة حرارة الفضلات السائلة: حيث أن تأثيرها معقد بعض الشيء إذ أن الزيادة في درجة الحرارة يعادلها انخفاض في درجة اللزوجة والتوتر السطحي، وهذا يقود إلى تحسن في الخلط والانتشار الجزئي للمواد ومعدلات التفاعلات البيوكيميائية.
9. تأثير درجة تركيز الفضلات السائلة: حيث في حالة تخفيف الفضلات السائلة فإن درجة تركيز المواد العضوية العالي في مياه المجاري المعالجة ربما خفضت من كفاءة هذه الطريقة المتبعة في المعالجة.
10. تأثير معامل حجم الحمأة ((Sludge VOLUME Index (SVI): حيث يقيس هذا المعامل درجة ترسيب الحمأة النشطة، ورصد عمل حوض التهوية، ويعرف بأنه عبارة عن الحجم (مللتر) الذي يشغله جرام واحد من تركيز المواد الصلبة للسائل المختلط في الحمأة النشطة بعد ترسيبه لمدة 30 دقيقة في اسطوانة مدرجة حجمها لتر واحد.[4]

ومما يجدر ذكره أن الحمأة الخفيفة (تنتج من وجود بكتيريا تسمى سفاروتيلس ناتانس Sphaerotilusnatans وهذه البكتيريا تكون موجودة في النباتات مع الفضلات السائلة سهلة التحلل، والتي تقل فيها كمية النيتروجين ويقل فيها تركيز الأكسجين السائل المختلط).

وهذه البكتيريا تتكاثر بصورة كبيرة في حوض التهوية، وتجعل الحمأة خفيفة وهذه الحالة تبطئ من درجة الترسيب وتقلل من شفافية الماء الخارج من حوض الترسيب الثانوي.

المرحلة الرابعة: المعالجة الثلاثية (الترشيح):

تعرف عملية الترشيح بأنها عملية فصل السائل مما يحتويه من الجسيمات الصلبة عبر فاصل أو حاجز ذي مسامات تمنع مرور الجسيمات عبرها وتسمح بمرور الراشح.

(4) منهج تدريب مشغلي محطات الصرف الصحي بمصلحة الصرف الصحي بالرياض.

وتعتبر هذه العملية من أهم العمليات المفيدة في تنقية المياه وتحسين نوعيتها من حيث:

- إزالة المواد الصلبة العالقة والجسيمات الغراونية.
- تغيير خواص المواد الموجودة كيميائياً.
- تقليل أعداد البكتيريا الضارة وجراثيم الأمراض.
- إزالة اللون والرائحة.
- إزالة الحديد والمنجنيز.

(تمر المياه في عملية الترشيح عبر طبقة ترشيحية لها خواص محددة مثل: قلة تكاليفها، وتواجدها بكميات مناسبة، وأنها مواد خاملة، وسهولة استخدامها ونظافتها وتحملها للضغط الموجود.

ويتم تحسن نوع الماء بالترشيح بإزالة الشوائب وهذا التحسن يحدث بسبب عوامل مختلفة مثل: التصفية الميكانيكية والترسيب والامتزاز والنمو الحيوي والتفاعلات الكيميائية.

فالترسيب يعمل على إزالة الحبيبات العالقة والثقيلة من على سطح حبيبات الرمل، وتؤثر عوامل عدة على كفاءة الترسيب مثل: السرعة الترشيحية، وسرعة ترسيب المواد العالقة، ودرجة اللزوجة، ومقاس الحبيبات، ودرجة الحرارة، وعوامل التخثر، وعمق المرشح، والدفق المضطرب.

ويتكون مرشح الرمل من حوض مفتوح من الاعلى ويحمل بداخله الوسط الترشيحي، وعادة يكون عمق الحوض في حدود 3 أمتار، ويوجد في أسفل الحوض نظام التصريف التحتي والذي يعمل على حمل الوسط الترشيحي، ويساعد في الانبثاق المنتظم للماء خارج المرشح، وهو مجهز بعدة صمامات وأجهزة تتحكم وتنظم دخول الماء الخام وخروج الراشح). [5]

وتلعب الطحالب دوراً هاماً في تنقية المياه بالترشيح، وهي تحتاج إلى ضوء الشمس لإتمام عملية التمثيل الضوئي، وهي تتمكن من بناء الخلايا من مواد بسيطة: الماء وثاني أكسيد الكربون والنترات والفوسفات بمساعدة الطاقة الشمسية، وعندما تكبر خلايا الطحالب يزيد حجمها مما يضر عملية سريان المياه إلى أسفل المرشح والذي يتطلب معه الإزالة الدورية للطحالب ونظافة المرشح.

(وتتكاثر البكتيريا في المرشح وتقوم ببناء وحل بكتيري Bacterial Slime تسمى الطبقة المتسخة Schmutz Decke، وتعمل هذه الطبقة كوسط لاصق للنباتات المائية المغمورة Plankton والحيوانات المجهرية Diatoms مما يساعد في زيادة كفاءة عمليات التصفية والامتزاز لإزالة الشوائب ومنعها من التغلغل داخل المرشح، مما يزيد من فترة الترشيح ويقلل من انسداد المسامات).

المرحلة الخامسة: التعقيم:

تحتوي مياه الصرف الصحي على العديد من البكتيريا والأحياء الدقيقة الأخرى والممرضة والتي تسبب عدة أمراض معدية مثل التايفوئيد والكوليرا والدوزنتاريا وغيرها، وتزال نسبة من هذه البكتيريا الممرضة بعد كل مرحلة من مراحل المعالجة سواء الأولية أو الثانوية أو الثلاثية، إلا أنه تبقى نسبة من هذه البكتيريا مع مياه الصرف النهائية المعالجة وهذه النسبة كافية لنقل الأمراض بعد تكاثرها إذا توفرت البيئة المناسبة، ولأجل ضمان إزالة جميع البكتيريا لذا يتم تعقيم مياه الصرف المعالجة في آخر مرحلة من مراحل المعالجة.

حيث يستخدم الكلور في عملية التعقيم وإزالة الروائح والطعم والألوان، ويعتبر معقم قوي وغير سام إذا كان تركيزه منخفض وقابل للإذابة بالماء مكوناً كلوراً حراً.

(5) زيارة الباحثة ميدانياً للمحطة الجنوبية بمرافقة فني التشغيل.

ومن أهم عيوب الكلور هي تفاعله مع عدة مركبات مكوناً حامض الهيدروكلوريك وأملاح ذائبة ومركبات الهلوجينات العضوية.

(حيث يضاف الكلور للماء على شكل هايبوكلورات الصوديوم (NaOCl) أو هايبوكلورات الكالسيوم (Ca (OCl2)) أو كلور حر(Cl2) يتفاعل مع الماء عندما تكون قيمة PH ما بين 5-6 مكوناً حامض الهايبوكلوريك وحامض الهايدروكلوريك ويعتمد معدل التفاعل على درجة الحرارة والـ (PH).

وعند وجود الأمونيا والنيتروجين العضوي فإنها تتفاعل مع الكلور وحامض الهايبوكلوريك مكونة الكلوراماين الأحادي والكروماين الثنائي وثالث كلوريد النيتروجين، وتضاف مادة الكلور لمياه الصرف المعالجة لغرض التعقيم ويكون على شكل كلور مسال).

وتعتمد كفاءة التعقيم على عدة عوامل أهمها:

- وقت التلامس.
- جرعة الكلور.
- درجة حرارة الماء.
- قيمة النيتروجين PH.
- طبيعة السائل المراد تعقيمه ونسبة المواد العالقة فيه.
- نوع وعدد الأحياء الدقيقة.

المرحلة السادسة: مرحلة التثخين:

والهدف من هذه المرحلة هو تقليل محتوى الحمأة المائي وزيادة نسبة المواد الصلبة بها والتي قد تصل إلى حوالي (2- 12%) مقارنة بـ (0.5 – 6%) قبل التثخين، وهذه المرحلة لها ثلاث مزايا مهمة وهي:

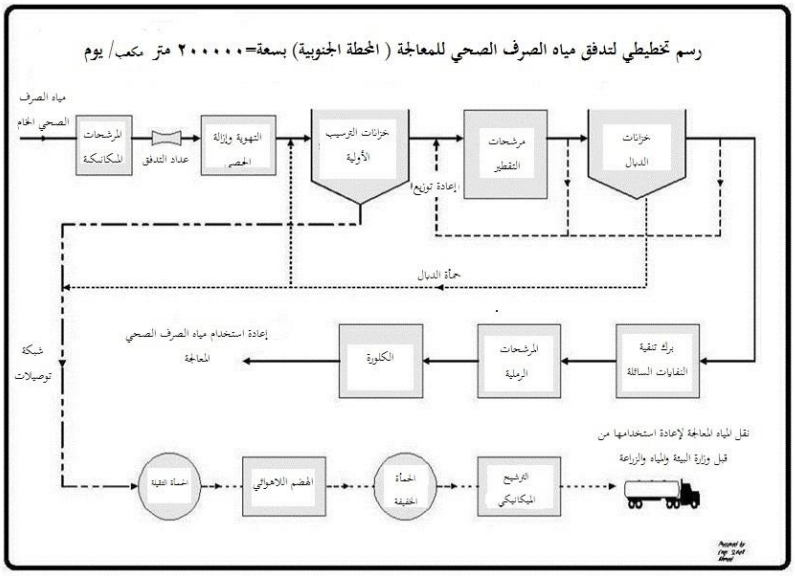
- تقليل حجم الحمأة مما يؤدي على سهولة تداولها وخفض تكلفة وإنشاء ومصاريف تشغيل وحدات المعالجة.
- تحسين عمل الهاضم.
- زيادة ثبات تشغيل عمليات معالجتها.[6]

ومن أهم عملياتها التثخين بالتعويم:

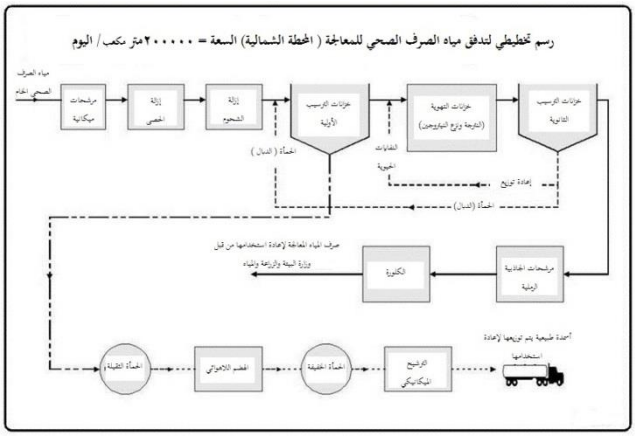
وهي أكثر كفاءة في تثخين الحمأة الثانوية وتتم في خزانات عن طريق ضخ الهواء إلى داخل الحوض وفيها تحمل فقاعات الهواء الحمأة إلى أعلى الحوض وبالتالي يتم كشطها بواسطة وحدة الكشط من فوق سطح السائل.

وفي المخططات التالية تفصيل لمراحل المعالجة في المحطات الرئيسية الثلاث في المدينة.

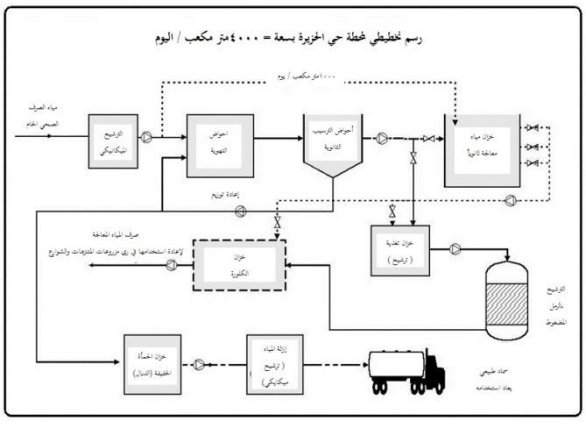
(6) تقرير تشغيل محطات الصرف الصحي، الإدارة البيئية.



شكل رقم (3): مخطط تفصيلي لمراحل المعالجة في المحطة الرئيسة الجنوبية.
المصدر: المديرية العامة للمياه بمدينة الرياض، الإدارة البيئية، 1440هـ.



شكل رقم (4): مخطط تفصيلي لمراحل المعالجة في المحطة الرئيسة الشمالية
المصدر: المديرية العامة للمياه بمدينة الرياض، الإدارة البيئية، 1440هـ.



شكل رقم (5): مخطط تفصيلي لمراحل المعالجة في المحطة الرئيسة الثالثة في حي الجزيرة،
المصدر: المديرية العامة للمياه بمدينة الرياض، الإدارة البيئية، 1440هـ.

بعد معالجة مياه الصرف الصحي في المحطتين الشمالية والجنوبية يتم تفريغ جزء من المياه المعالجة لتكون مجرى مائي يشبه مجرى النهر والذي يمتد حتى يصل إلى وادي حنيفة ووادي الحائر جنوب مدينة الرياض مكوناً بما يعرف بمنتزه البحيرات البيئي الطبيعي ذات مناظر خلابة على مساحة تصل إلى 40كم2 تقريباً.

- دراسة نوعية مياه الصرف الصحي المعالجة من حيث خواصها الطبيعية والكيميائية والبيكترولوجية في المحطات عينة الدراسة:

تعتبر مياه الصرف الصحي من أهم الملوثات الرئيسية على البيئة، حيث أن التغيرات في الخواص الطبيعية والكيميائية والبيكترولوجية التي تحدث في مياه الصرف الصحي لها تأثير على الإنسان البيئة والمنشآت الأسمنتية، لذا كان لابد من معالجتها ودراسة خواصها بعد المعالجة والتأكد من سلامتها لإعادة استخدامها.

وفي هذا الفصل يتم توضيح نتائج عينة الدراسة والاختبارات التي تمت عليها للحصول على المؤشرات المختلفة التي من خلالها تتم المقارنة بين المحطات داخل عينة الدراسة وهي كالتالي:

1- المواد وطرق العمل:

تختلف مياه الصرف الصحي من حيث خواصها الطبيعية والكيميائية والبيكترولوجية من مكان لآخر، ومن فترة لأخرى نتيجة للنشاط الانساني المتعدد من المنازل أو المكاتب أو المساجد أو الفنادق وغيرها، وايضاً نتيجة لتأثير المتغيرات المناخية الفصلية.

لهذا كان من المهم دراسة هذا الاختلاف ومحاولة التعرف على صفات مياه الصرف الصحي المعالجة من محطات متعددة يمكن منها جمع العينات خلال فترات زمنية محددة، لإجراء التحليلات المخبرية عليها.

2- أخذ العينات وتحضيرها من المحطات الرئيسة التابعة للإدارة البيئية في شركة المياه الوطنية وهى المحطات الثلاث (المحطة الشمالية، المحطة الجنوبية، محطة حي الجزيرة).

وقد جمعت منها العينات يومياً على مدى فصلين كاملين

وذلك في الفترة من 21 يونيو 2012م وحتى 21 ديسمبر 2012م لفصل الصيف، بينما من الفترة 21 ديسمبر 2012م إلى 20 مارس 2013م لفصل الشتاء، وبهذا كان عدد العينات التي أخذت من المواقع كما يلي:

عدد العينات فصل الصيف= 93 عينية X 3 مواقع = 279 عينةً.

عدد العينات فصل الشتاء = 89 عينة X 3 مواقع = 267عينة.

وهذا الاختلاف والنقص ناتج عن ظروف الأحوال الجوية في فصل الشتاء حيث يتعذر أخذ العينات لتحليلها.

وبذلك كان مجموع عدد العينات = 279 + 267 = 546 عينة.

3- أنواع الفحوصات الفيزيائية والكيميائية:

تم قياس العناصر التالية في عينات مياه الصرف الصحي المعالجة:

1. درجة الحموضة (PH).
2. القلوية (ALK).
3. نسبة التعكر أو التعكير (Turbidity –TURB).
4. المتطلب الكيميائي لأكسجين (Chemicel Oxygen Demand –COD).
5. المتطلب البيوكيميائي للأكسجين (Biochemical Oxygen Demand _ BOD).
6. المواد الصلبة العالقة (TSS).
7. النيتروجين الكلي (Total Nitrogen).
8. النترات (Nitrate _ NO3).

الفحوصات البيكترويولوجية لعينات مياه الصرف الصحي المعالجة والتي جمعت وفقاً للإجراءات المعمول بها في مختبرات الإدارة البيئية التابعة لشركة المياه الوطنية حيث تم الكشف عن:

1. عصيات القولون البرازية (Coliforms _ F.CL2).
2. الاجمالي للبكتيريا الموجودة في المياه المعالجة (T.CL2).

أولاً - المحطات الرئيسية: الشمالية، الجنوبية، حي الجزيرة.

1- مقارنات المحطات الثلاث مجتمعة بين فصلى الشتاء والصيف

اسم المؤشر	الفصل المناخي	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	N	اختبار ت	مستوى الدلالة
PH	فصل الشتاء	7.597576	0.385555	165	-3.022-	0.003
	فصل الصيف	7.774854	0.651523	171		
COD	فصل الشتاء	41.15	23.732	165	-1.875-	0.062
	فصل الصيف	48.2	42.317	171		
TSS	فصل الشتاء	16.47	10.017	165	-2.448-	0.015
	فصل الصيف	22.25	28.681	171		
Alk	فصل الشتاء	161.75	80.382	60	-.453-	0.652
	فصل الصيف	170.05	99.997	38		
CI	فصل الشتاء	211.37	41.572	60	-1.699-	0.093
	فصل الصيف	223.68	20.454	38		
Turb	فصل الشتاء	8.54	5.416	165	-3.541-	0.000
	فصل الصيف	11.67	10.043	171		
BOD	فصل الشتاء	17.38	10.087	165	-3.376-	0.001
	فصل الصيف	23.11	19.417	171		
TKN	فصل الشتاء	17.88	612.7	51	-1.894-	0.062
	فصل الصيف	523.9	16.25	32		
NO3-n	فصل الشتاء	9.525	10.90	31	-1.323-	0.192
	فصل الصيف	14.012	11.86	17		
T.CL2	فصل الشتاء	31.2	0.95	98	-.038-	0.97
	فصل الصيف	1.23	1.99	58		
F.CL2	فصل الشتاء	0.12	0.096	92	-2.640-	0.009
	فصل الصيف	0.27	0.542	66		

* المصدر: الباحث من تحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS

النتائج والتحليل:

أولاً: الخواص الطبيعية لمياه الصرف الصحي المعالجة في فصلى الصيف والشتاء:

1- مؤشر درجة الحموضة (الأس الهيدروجيني PH)

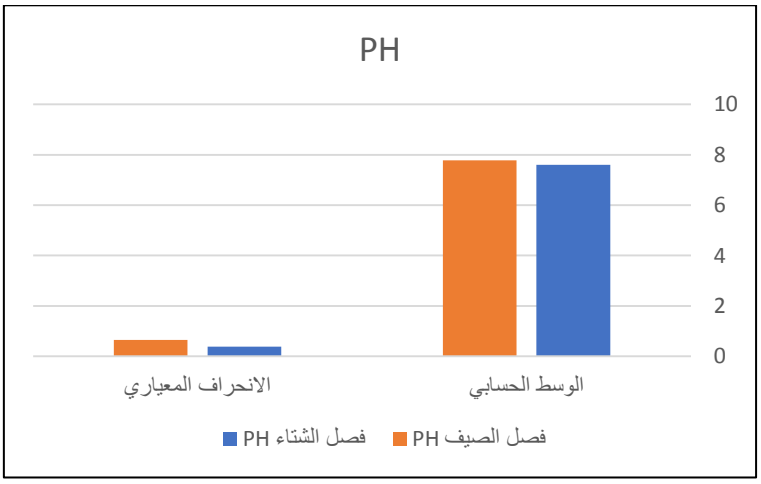
- متوسط تركيز درجة الحموضة (الأس الهيدروجيني PH) في فصل الصيف:

من خلال نتائج التحليل الفيزيائي المخبري للخواص الطبيعية لمياه الصرف الصحي المعالجة، والتي تمت طبقاً للمواصفات العالمية والسعودية لأقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً، والتي لا تزيد فيها درجة الحموضة (PH) عن 8.4 ملجم / لتر، تبين أن هناك تجانس في درجة الحموضة في مياه الصرف الصحي

المعالجة، حيث أن اعلى قيمة له ظهرت بمتوسط بلغ (7.77 ملجم / لتر) وبانحراف معياري مقداره (0.651) وذلك في المحطة الشمالية.

- تركيز درجة الحموضة (الأس الهيدروجيني PH) في فصل الشتاء:

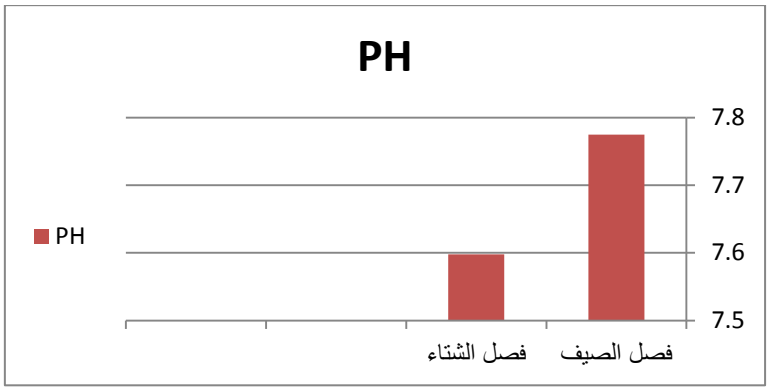
من خلال نتائج التحليل الفيزيائي المخبري للخواص الطبيعية لمياه الصرف الصحي المعالجة، والتي تمت طبقاً للمواصفات العالمية والسعودية لأقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً، والتي لا تزيد فيها درجة الحموضة (PH) عن 8.4 ملجم / لتر، تبين أن هناك تجانس في درجة الحموضة في مياه الصرف الصحي المعالجة، حيث أن اعلى قيمة له ظهرت بمتوسط بلغ (7.59ملجم / لتر) بانحراف معياري مقداره (0.385).



شكل (6) مؤشر PH والانحراف المعياري في فصلى الصيف والشتاء، المصدر: بيانات التحليل في برنامج SPSS

- الفروق في المحطات الثلاث بين الفصلين الشتاء والصيف:

نجد ان مقياس PH متوسطة في فصل الشتاء كان (7.597576) بانحراف معياري (.38555500) وكان حجم العينة 165 وكذلك كان المتوسط في فصل الصيف حيث بلغت قيمته (7.774854) بانحراف معياري (.65152250) وكان حجم عينة الصيف 171 قراءة. وعند اجراء اختبار ت بلغت قيمته (3.022) عند مستوى دلالة (0.003) وهي أصغر من (0.005) بمعنى انها دالة احصائياً على وجود فروق نوعية بين متوسط قراءات الشتاء والصيف للمحطات الثلاث كما يوضحه الشكل (4-1). وقد ترجع هذه الفروق الى طبيعة الاستخدام للمياه خلال الفصلين، حيث ترتفع كمية المياه المستهلكة في فصل الصيف الذي يتميز بارتفاع درجات الحرارة الأمر الذي يدع السكان إلى استخدام أكبر كمية من المياه.



شكل (7) مؤشر PH في فصلى الصيف والشتاء، المصدر: بيانات التحليل في برنامج SPSS

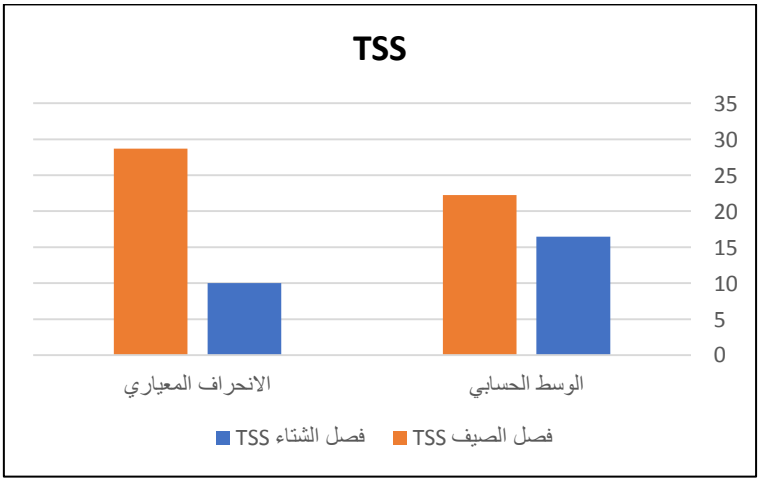
2- مؤشر تركيز المواد الصلبة العالقة (TSS)

- متوسط تركيز المواد الصلبة العالقة (TSS) في فصل الصيف:

أوضحت نتائج التحليل الفيزيائي المخبري للخواص الطبيعية لمياه الصرف الصحي المعالجة والتي تمت طبقاً للمواصفات والمعايير العالمية والسعودية لأقصى مستويات التلوث في مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً، والتي لا تزيد المواد العالقة فيها عن 40 ملجم / لتر، أن أعلى قيمة بلغتها بمتوسط (22.25 ملجم / لتر) وبانحراف معياري مقداره (28.681) وذلك في المحطة الشمالية.

- تركيز المواد الصلبة العالقة (TSS) في فص الشتاء:

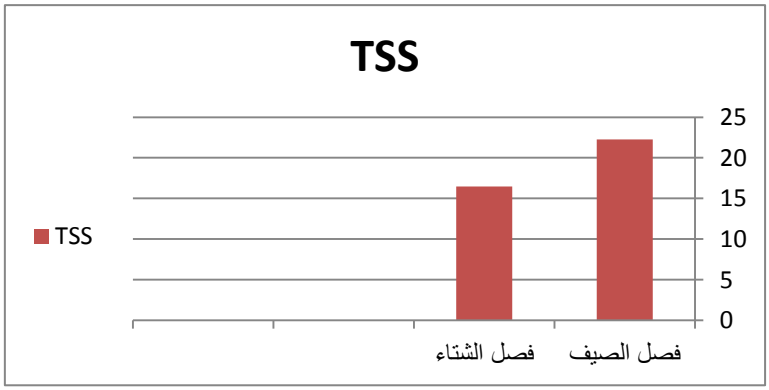
أوضحت نتائج التحليل الفيزيائي المخبري للخواص الطبيعية لمياه الصرف الصحي المعالجة والتي تمت طبقاً للمواصفات والمعايير العالمية والسعودية لأقصى مستويات التلوث في مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً، والتي لا تزيد المواد العالقة فيها عن 40 ملجم / لتر، أن أعلى قيمة بلغتها بمتوسط (16.47ملجم / لتر) وبانحراف معياري مقداره (10.017) وذلك في المحطة الجنوبية.



شكل (8) مؤشرTSS والانحراف المعياري في فصلى الصيف والشتاء، المصدر: بيانات التحليل في برنامج SPSS

- الفروق في المحطات الثلاث بين الفصلين الشتاء والصيف:

نجد ان مقياس TSSمتوسطة في فصل الشتاء كان (16.47) بانحراف معياري (10.017) وكان حجم العينة 165 وكذلك كان المتوسط في فصل الصيف حيث بلغت قيمته (22.25) بانحراف معياري (28.681) وكان حجم عينة الصيف 171 قراءة. وعند اجراء اختبار ت بلغت قيمته (2.448) عند مستوى دلالة (0.015) وهي أصغر من (0.005) بمعنى انها دالة احصائياً على وجود فروق نوعية بين متوسط قراءات الشتاء والصيف للمحطات الثلاث كما يوضحه الشكل (4-2)، وقد ترجع هذه الفروق الى التجاوزات التي تعاني منها مدينة الرياض من تجاوزات في مياه الصرف الصناعي والطبي والزيوت المطروحة في الشبكة العامة من محطات توليد الكهرباء في المدينة.



شكل (9) مؤشر TSS في فصلى الصيف والشتاء، المصدر: بيانات التحليل في برنامج SPSS

ثانياً: الخواص الكيميائية لمياه الصرف الصحي المعالجة:

تنقسم الخواص الكيميائية لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً إلى قسمين اساسيين هما:

أ- خواص كيميائية عضوية وتشمل:

1. المتطلب الكيميائي للأكسجين (COD).
2. الأكسجين الحيوي المستهلك (BOD).
3. العكارة (TUR).

ب- خواص المركبات الكيميائية وتشمل:

1. النترات (NH3 –N).
2. الكلورين الحر (CL2).

ونتناول كل مؤشر بالتفصيل كالتالي:

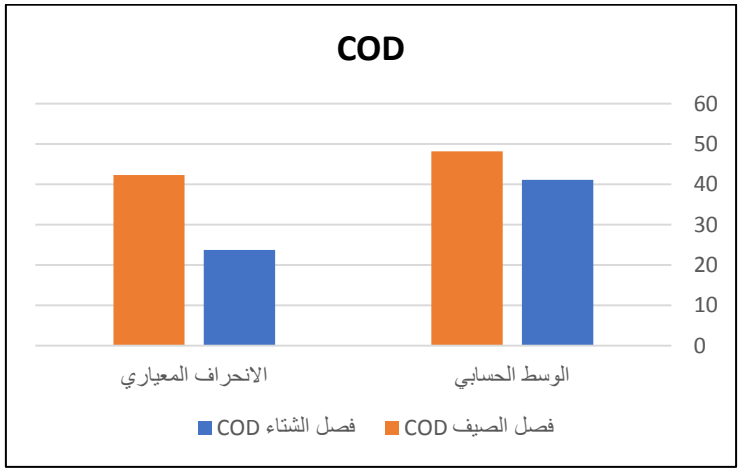
1- مؤشر تركيز محتوى الاكسجين الكيميائي (COD) في فصل الصيف:

- متوسط تركيز محتوى الاكسجين الكيميائي (COD) في فصل الصيف:

أوضحت نتائج التحليل الكيميائي المخبري للخواص الكيميائية العضوية، والتي تمت طبقاً للمعايير والمواصفات العالمية والسعودية لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً ولا يزيد فيها عن 30 ملجم / لتر، أوضحت أن أقصى معدل لها بلغ (48.2 ملجم / لتر) وبانحراف معياري مقداره (42.317) وذلك في المحطة الجنوبية.

- متوسط تركيز محتوى الاكسجين الكيميائي (COD) في فصل الشتاء:

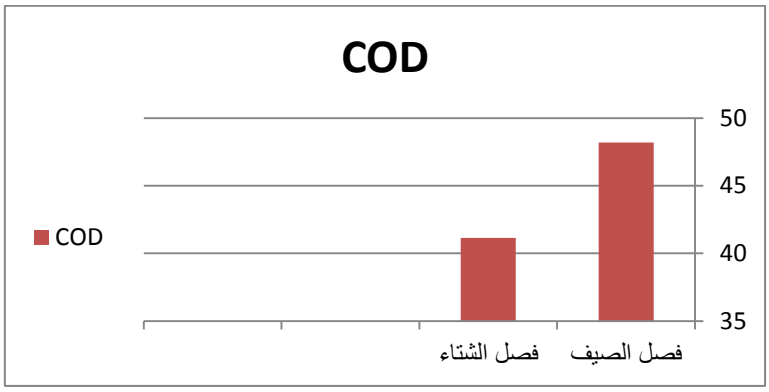
أوضحت نتائج التحليل الكيميائي المخبري للخواص الكيميائية العضوية، والتي تمت طبقاً للمعايير والمواصفات العالمية والسعودية لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً ولا يزيد فيها عن 30 ملجم / لتر، أوضحت أن أقصى معدل لها بمتوسط بلغ (41.15 ملجم / لتر) بانحراف معياري مقداره (23.732).



شكل (10) مؤشر COD والانحراف المعياري في فصلى الصيف والشتاء، المصدر: بيانات التحليل في برنامج SPSS

- الفروق في المحطات الثلاث بين الفصلين الشتاء والصيف:

نجد ان مؤشر COD متوسطة في فصل الشتاء كان (41.15) بانحراف معياري (23.732) وكان حجم العينة 165 وكذلك كان المتوسط في فصل الصيف حيث بلغت قيمته (48.2) بانحراف معياري (42.317) وكان حجم عينة الصيف 171 قراءة. وعند اجراء اختبار ت بلغت قيمته (1.875) عند مستوى دلالة (0.062) وهي أكبر من (0.005) بمعنى انها غير دالة احصائياً على وجود فروق نوعية بين متوسط قراءات الشتاء والصيف للمحطات الثلاث كما يوضحه الشكل.



شكل (11) مؤشر COD في فصلى الصيف والشتاء، المصدر: بيانات التحليل الاحصائي في برنامج SPSS

2- محتوى الأكسجين البيو كيميائي (BOD)

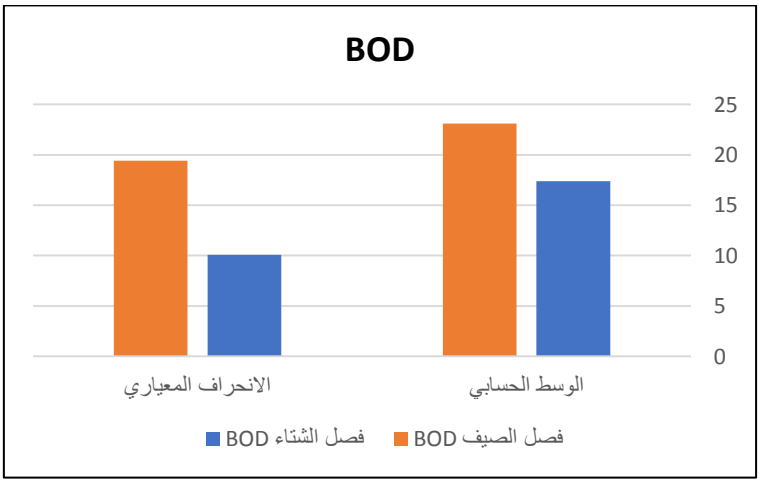
- تركيز محتوى الأكسجين البيو كيميائي (BOD) في فصل الصيف:

يقدر محتوى الأكسجين البيو كيميائي كمية المواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجي وذلك من خلال تعيين كمية الأكسجين المستخدم بواسطة البكتيريا اللاهوائية لتحليل المواد العضوية القابلة للتحلل البكتيري، ويعتبر هذا المؤشر من أكثر مؤشرات التلوث العضوي الرغوي والذائب مما يشكل عبئاً على وحدات المعالجة البيولوجية.

وقد بينت نتائج التحليل الكيميائي والتي تمت طبقاً للمواصفات والمعايير العالمية والسعودية لأقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً، والتي بلغ أعلى تركيز مسموح به (10 ملجم / لتر) في اليوم و (15 ملجم / لتر) في الاسبوع الواحد، حيث بلغ أعلى تركيز له حسب التحليل الكيميائي (23.11 ملجم / لتر) بانحراف معياري مقداره (19.417) ، وذلك يرجع إلى التجاوزات من قبل مستخدمي المنتجات البترولية حيث يتم صرف كميات كبيرة وهائلة من الزيوت والشحوم في الشبكة العامة بالرغم من فرض الغرامات عليها وهي متمثلة في محطات توليد الكهرباء وورش ميكانيكا السيارات والمعدات، مما يعرقل عملية المعالجة الكيميائية .

- تركيز محتوى الأكسجين البيو كيميائي (BOD) في فصل الشتاء:

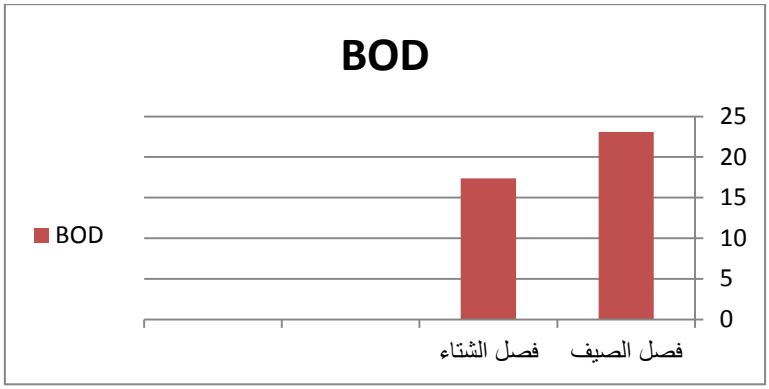
بينت نتائج التحليل الكيميائي والتي تمت طبقاً للمواصفات والمعايير العالمية والسعودية لأقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً، والتي يبلغ أعلى تركيز مسموح به (10 ملجم / لتر) في اليوم و (15 ملجم / لتر) في الاسبوع الواحد، فقد بلغ أعلى تركيز له حسب التحليل الكيميائي بمتوسط (17.38 ملجم / لتر) بانحراف معياري مقداره (10.087)، ويرجع ذلك إلى نفس التجاوزات التي تحدث في فصل الصيف.



شكل (12) مؤشر BOD والانحراف المعياري في فصلى الصيف والشتاء، المصدر: بيانات التحليل الاحصائي في برنامج SPSS

- الفروق في المحطات الثلاث بين الفصلين الشتاء والصيف:

نجد ان مؤشر BOD متوسطة في فصل الشتاء كان (17.38) بانحراف معياري (10.087) وكان حجم العينة 165 وكذلك كان المتوسط في فصل الصيف حيث بلغت قيمته (23.11) بانحراف معياري (19.417) وكان حجم عينة الصيف 171 قراءة. وعند اجراء اختبار ت بلغت قيمته (3.376) عند مستوى دلالة (0.001) وهي أقل من (0.005) بمعنى انها دالة احصائياً على وجود فروق نوعية بين متوسط قراءات الشتاء والصيف للمحطات الثلاث كما يوضحه الشكل.



شكل (13) مؤشر BOD في فصلى الصيف والشتاء، المصدر: بيانات التحليل الاحصائي في برنامج SPSS

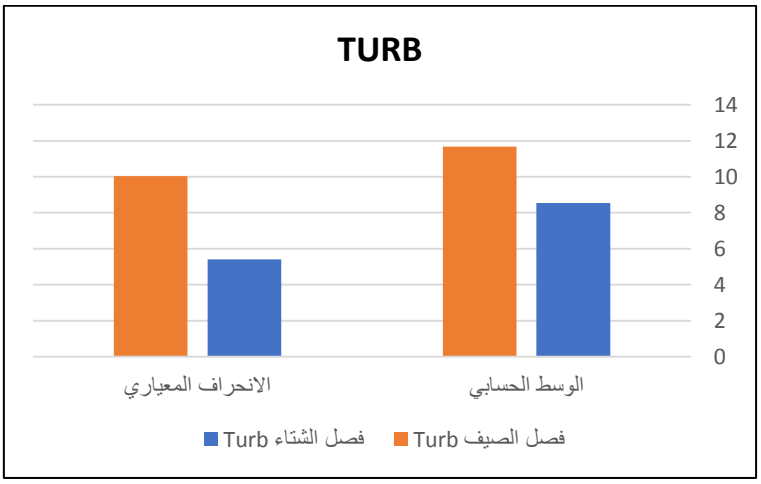
3- تركيز العكارة (TURBIDITY)

- تركيز العكارة (TURBIDITY) في فصل الصيف:

من المعلوم أن وجود الجسيمات الدقيقة يعرقل عملية التطهير لمياه الصرف الصحي أثناء المعالجة. وقد أوضحت نتائج التحليل الكيميائي العضوي والتي تمت طبقاً للمواصفات والمعايير العالمية والسعودية لأقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً وكحد أقصى (5.00) وحدة عكارة، حيث بلغت أعلى نسبة له (11.67 وحدة عكارة) بانحراف معياري مقداره (10.087)، ويرجع ذلك إلى التجاوزات في صرف المخلفات الصناعية والبترولية في شبكة الصرف الصحي العامة من مصانع تدوير الورق والبلاستك بالرغم فرض العقوبات والغرامات الشهرية بسبب ارتفاع درجات الحرارة وزيادة كميات التبخر مما يؤدي الى زيادة نشاط بعض انواع البكتريا والاحماض.

- تركيز العكارة (TURBIDITY) في فصل الشتاء:

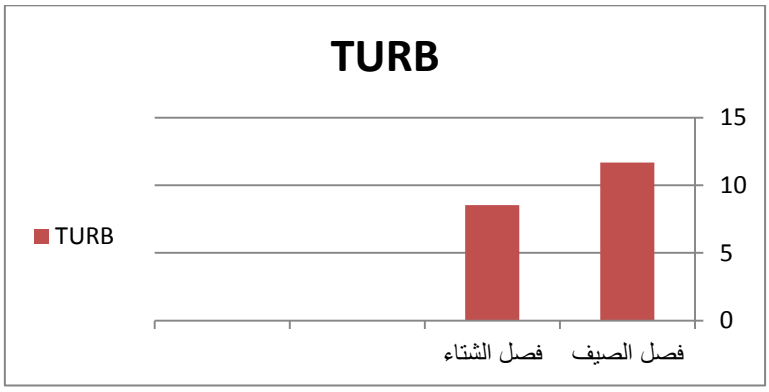
من المعلوم أن وجود الجسيمات الدقيقة يعرقل عملية التطهير لمياه الصرف الصحي أثناء المعالجة. وقد أوضحت نتائج التحليل الكيميائي العضوي والتي تمت طبقاً للمواصفات والمعايير العالمية والسعودية لأقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً وكحد أقصى (5.00) وحدة عكارة، حيث بلغت أعلى نسبة بمتوسط (8.54) وحدة عكارة بانحراف معياري مقداره (5.416).



شكل (14) مؤشر TURB والانحراف المعياري في فصلى الصيف والشتاء، المصدر: بيانات التحليل الاحصائي في برنامج SPSS

- الفروق في المحطات الثلاث بين الفصلين الشتاء والصيف:

نجد ان مؤشر TUR متوسطة في فصل الشتاء كان (8.54) بانحراف معياري (5.416) وكان حجم العينة 165 وكذلك كان المتوسط في فصل الصيف حيث بلغت قيمته (11.67) بانحراف معياري (10.043) وكان حجم عينة الصيف 171 قراءة. وعند اجراء اختبار ت بلغت قيمته (3.541) عند مستوى دلالة (0.000) وهي أقل من (0.005) بمعنى انها دالة احصائياً على وجود فروق نوعية بين متوسط قراءات الشتاء والصيف للمحطات الثلاث كما يوضحه الشكل.



شكل (15) مؤشر TURB في فصلى الصيف والشتاء، المصدر: بيانات التحليل الاحصائي في برنامج SPSS

4- تركيز النترات (NO3)

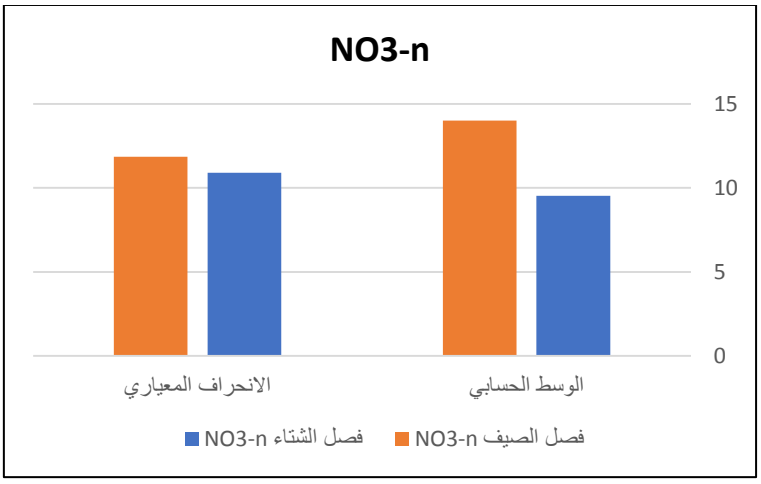
- تركيز النترات (NO3) في فصل الصيف:

إن وجود النترات بتركيز عالي في مياه الصرف الصحي المعالجة يؤدي إلى تراكمها إذا أعيد استخدامها لري المزروعات في التربة الزراعية والتي لا تستطيع النباتات إلى استهلاك كل الكمية، فتنتقل إلى المياه الجوفية عبر مياه الري ومياه الأمطار إذا استخدم من قبل الإنسان والحيوان. وقد أوضحت نتائج التحليل الكيميائي المطابقة للمعايير والمواصفات العالمية والسعودية لأقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً، والتي لا يزيد عن (10 ملجم / لتر) في اليوم الواحد، وقد بلغ أعلى تركيز له بمتوسط (14.02 ملجم / لتر).

- تركيز النترات (NO3) في فصل الشتاء:

إن وجود النترات بتركيز عالي في مياه الصرف الصحي المعالجة يؤدي إلى تراكمها إذا أعيد استخدامها لري المزروعات في التربة الزراعية والتي لا تستطيع النباتات إلى استهلاك كل الكمية، فتنتقل إلى المياه الجوفية عبر مياه الري ومياه الأمطار إذا استخدم من قبل الإنسان والحيوان. وقد أوضحت نتائج التحليل الكيميائي المطابقة للمعايير

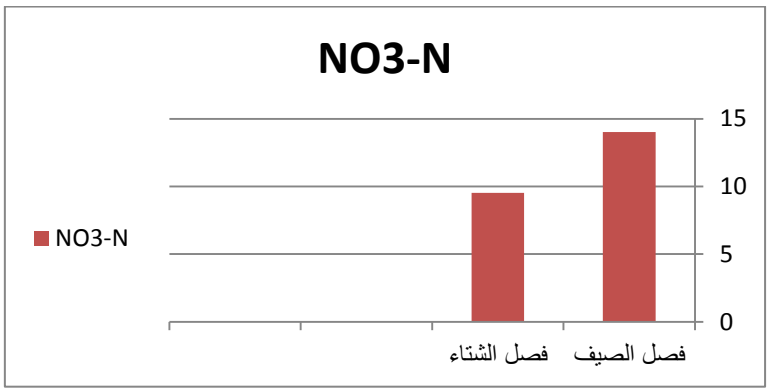
والمواصفات العالمية والسعودية لأقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً، والتي لا يزيد عن (10 ملجم / لتر) في اليوم الواحد، وقد بلغ أعلى تركيز له بمتوسط (9.525ملج/ لتر) وهي مطابقة لها.



شكل (16) مؤشر NO3-n والانحراف المعياري في فصلى الصيف والشتاء، المصدر: بيانات التحليل الاحصائي في برنامج SPSS

- الفروق في المحطات الثلاث بين الفصلين الشتاء والصيف:

نجد ان مؤشر NO3 متوسطة في فصل الشتاء كان (9.525) بانحراف معياري (10.9) وكان حجم العينة 165 وكذلك كان المتوسط في فصل الصيف حيث بلغت قيمته (14.01765) بانحراف معياري (11.86) وكان حجم عينة الصيف 171 قراءة. وعند اجراء اختبار ت بلغت قيمته (1.323) عند مستوى دلالة (0.192) وهي أكبر من (0.005) بمعنى انها غير دالة احصائياً على وجود فروق نوعية بين متوسط قراءات الشتاء والصيف للمحطات الثلاث كما يوضحه الشكل.



شكل (17) مؤشر NO3-n في فصلى الصيف والشتاء، المصدر: بيانات التحليل الاحصائي في برنامج SPSS

ثالثاً: نتائج التحليل البيكتيورولوجي (الجرثومي):

تم تحليل عينات مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً وفقاً للمعايير والمواصفات العالمية والسعودية للكشف عن:

عصيات القولون البرازية:(F.CL2) ((Coliforms(Fecal Coli.

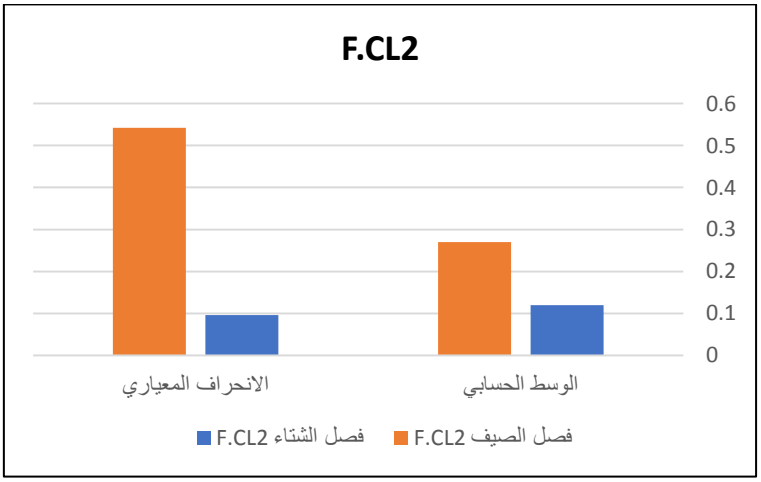
- عدد عصيات القولون البرازية (F.CL2) في فصل الصيف:

أوضحت نتائج التحليل البكتيري (الجرثومي) لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً والتي تمت طبقاً للمواصفات والمعايير العالمية والسعودية، والتي لايزيد فيها عدد عصيات القولون البرازية عن (2.2 عصية / لتر)،

حيث بينت أن أعلى عدد لها كان (0.27 عصية / لتر) وبانحراف معياري مقداره (0.542) وهي تعتبر شبه خالية وصالحة لإعادة الاستخدام.

- عدد عصيات القولون البرازية (F.CL2) في فصل الشتاء:

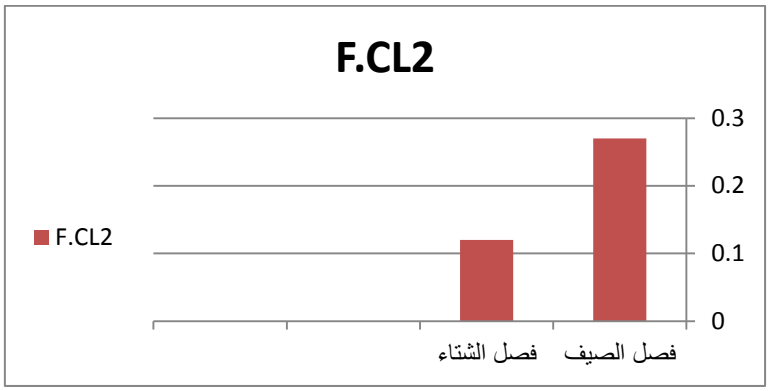
أوضحت نتائج التحليل البكتيري (الجرثومي) لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً والتي تمت طبقاً للمواصفات والمعايير العالمية والسعودية، والتي لا يزيد فيها عدد عصيات القولون عن (2.2 عصية/ لتر)، حيث بينت أن أعلى عدد لها بلغ (0.12 عصية / لتر) بانحراف معياري مقداره (0.096) وهي أيضاً تعتبر صالحة لإعادة استخدامها.



شكل (18) مؤشر F.CL2 والانحراف المعياري في فصلي الصيف والشتاء، المصدر: بيانات التحليل الاحصائي في برنامج SPSS

- الفروق في المحطات الثلاث بين الفصلين الشتاء والصيف:

نجد ان مؤشر F.CL2 متوسطة في فصل الشتاء كان (0.12) بانحراف معياري (0.096) وكان المتوسط في فصل الصيف بلغت قيمته (0.27) بانحراف معياري (0.542). وعند اجراء اختبار ت بلغت قيمته (2.640) عند مستوى دلالة (0.009) وهي أقل من (0.005) بمعنى انها دالة احصائياً على وجود فروق نوعية بين متوسط قراءات الشتاء والصيف للمحطات الثلاث كما يوضحه الشكل.



شكل (19) مؤشر TURB في فصلي الصيف والشتاء، المصدر: بيانات التحليل الاحصائي في برنامج SPSS

2- مقارنات المحطات الرئيسية الثلاث مجتمعة:

بعد دراسة الخواص الطبيعية والكيميائية والبيكترولوجية لمياه الصرف الصحي المعالجة في المحطات الرئيسية الثلاث في المدينة (الشمالية – الجنوبية – الجزيرة) وتحديد قيم كل مقياس على حدة كان لابد من دراسة الفرق بينها وعمل المقارنة اللازمة لتحديد ذلك في أي محطة معالجة فكانت على النحو التالي:

جدول (2) اختبار ف لقياس للفروق بين المحطات الثلاث

المؤشر		درجات الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	اختبار ف	مستوى الدلالة
PH	بين المجموعات	2	49.643	24.822	166.857	.000
	داخل المجموعات	333	49.537	.149		
	المجموع الكلى	335	99.180			
COD	بين المجموعات	2	100516.127	50258.064	55.702	.000
	داخل المجموعات	333	300456.346	902.271		
	المجموع الكلى	335	400972.473			
TSS	بين المجموعات	2	9740.728	4870.364	10.858	.000
	داخل المجموعات	333	149364.769	448.543		
	المجموع الكلى	335	159105.497			
ALK	بين المجموعات	2	637461.022	318730.511	262.532	.000
	داخل المجموعات	95	115335.886	1214.062		
	المجموع الكلى	97	752796.908			
CI	بين المجموعات	2	12085.932	6042.966	5.272	.007
	داخل المجموعات	95	108890.068	1146.211		
	المجموع الكلى	97	120976.000			
TURB	بين المجموعات	2	7593.440	3796.720	83.246	.000
	داخل المجموعات	333	15187.533	45.608		
	المجموع الكلى	335	22780.973			
BOD	بين المجموعات	2	16999.929	8499.965	42.541	.000
	داخل المجموعات	333	66535.488	199.806		
	المجموع الكلى	335	83535.417			
TKN	بين المجموعات	2	13848.992	6924.496	173.070	.000
	داخل المجموعات	80	3200.789	40.010		
	المجموع الكلى	82	17049.781			
NO3-n	بين المجموعات	2	4039.531	2019.766	45.430	.000
	داخل المجموعات	45	2000.655	44.459		
	المجموع الكلى	47	6040.187			
T.CL2	بين المجموعات	2	21.831	10.915	5.702	.004
	داخل المجموعات	153	292.869	1.914		
	المجموع الكلى	155	314.700			
F.CL2	بين المجموعات	2	.900	.450	3.496	.033
	داخل المجموعات	155	19.943	.129		
	المجموع الكلى	157	20.843			

النتائج والتحليل:

يتضح من اختبار ف للفروق بين المحطات الثلاث و جود فروق واضحة عند مستوى دلالة 0.05 في كل المقاييس حيث نجد ان مقياس PH قد بلغت قيمته 166.857 عند مستوى دلالة 0.000 و هي اصغر من 0.005 بمعنى انها دالة احصائياً بوجود فروق نوعية بين متوسط قراءات المحطات الرئيسية الثلاث.

كذلك مقياس COD بلغت قيمته 55.702 عند مستوى دلالة 0.000 وهي أصغر من 0.005 بمعنى انها دالة احصائياً بوجود فروق نوعية بين متوسط قراءات المحطات الرئيسية الثلاث.

كذلك مقياس SS بلغت قيمته 10.858 عند مستوى دلالة 0.000 وهي أصغر من 0.005 بمعنى انها دالة احصائياً بوجود فروق نوعية بين متوسط قراءات المحطات الرئيسية الثلاث.

كذلك مقياس ALK بلغت قيمته 262.532 عند مستوى دلالة 0.000 وهي أصغر من 0.005 بمعنى انها دالة احصائياً بوجود فروق نوعية بين متوسط قراءات المحطات الرئيسية الثلاث.

كذلك مقياس CI بلغت قيمته 5.272 عند مستوى دلالة 0.007 وهي أصغر من 0.005 بمعنى انها دالة احصائياً بوجود فروق نوعية بين متوسط قراءات المحطات الرئيسية الثلاث.

كذلك مقياس TURB بلغت قيمته 83.246 عند مستوى دلالة 0.000 وهي أصغر من 0.005 بمعنى انها دالة احصائياً بوجود فروق نوعية بين متوسط قراءات المحطات الرئيسية الثلاث.

كذلك مقياس BOD بلغت قيمته 42.54 عند مستوى دلالة 0.000 وهي أصغر من 0.005 بمعنى انها دالة احصائياً بوجود فروق نوعية بين متوسط قراءات المحطات الرئيسية الثلاث.

كذلك مقياس TKN بلغت قيمته 173.070 عند مستوى دلالة 0.000 وهي أصغر من 0.005 بمعنى انها دالة احصائياً بوجود فروق نوعية بين متوسط قراءات المحطات الرئيسية الثلاث.

كذلك مقياس NO3-n بلغت قيمته 45.430 عند مستوى دلالة 0.000 وهي أصغر من 0.005 بمعنى انها دالة احصائياً بوجود فروق نوعية بين متوسط قراءات المحطات الرئيسية الثلاث.

كذلك مقياسT.CL2 بلغت قيمته 5.702 عند مستوى دلالة 0.004 وهي أصغر من 0.005 بمعنى انها دالة احصائياً بوجود فروق نوعية بين متوسط قراءات المحطات الرئيسية الثلاث.

كذلك مقياس F.CL2 بلغت قيمته 3.496 عند مستوى دلالة 0.033 وهي أصغر من 0.005 بمعنى انها دالة احصائياً بوجود فروق نوعية بين متوسط قراءات المحطات الرئيسية الثلاث.

الفروق النوعية السابقة قد تكون بسبب احدى هذه المحطات الثلاث ولذلك تقوم الباحثة بالوقوف على الفروق البعدية بين المحطات الثلاث كالتالي:

جدول (3) المقارنات البعدية بين المحطات الثلاث

المقياس			فروق المتوسطات	مستوى الدلالة
PH	محطة 1	محطة 2	-.1359432-*	.007
		محطة 3	.7631536*	.000
	محطة 2	محطة 1	.1359432*	.007
		محطة 3	.8990968*	.000
	محطة 3	محطة 1	-.7631536-*	.000
		محطة2	-.8990968-*	.000
COD	محطة 1	محطة 2	30.271*	.000
		محطة 3	40.405*	.000
	محطة 2	محطة 1	-30.271-*	.000

المقياس			فروق المتوسطات	مستوى الدلالة
		محطة 3	10.133*	.014
	محطة 3	محطة 1	-40.405-*	.000
SS		محطة2	-10.133-*	.014
	محطة 1	محطة 2	7.014*	.012
		محطة 3	13.252*	.000
	محطة 2	محطة 1	-7.014-*	.012
		محطة 3	6.238*	.032
	محطة 3	محطة 1	-13.252-*	.000
		محطة2	-6.238-*	.032
alk	محطة 1	محطة 2	40.790*	.000
		محطة 3	192.067*	.000
	محطة 2	محطة 1	-40.790-*	.000
		محطة 3	151.276*	.000
	محطة 3	محطة 1	-192.067-*	.000
		محطة2	-151.276-*	.000
CI	محطة 1	محطة 2	-16.488-	.139
		محطة 3	10.455	.476
	محطة 2	محطة 1	16.488	.139
		محطة 3	26.943*	.008
	محطة 3	محطة 1	-10.455-	.476
		محطة2	-26.943-*	.008
turb	محطة 1	محطة 2	8.819*	.000
		محطة 3	10.826*	.000
	محطة 2	محطة 1	-8.819-*	.000
		محطة 3	2.007	.096
	محطة 3	محطة 1	-10.826-*	.000
		محطة2	-2.007-	.096
BOD	محطة 1	محطة 2	12.208*	.000
		محطة 3	16.730*	.000
	محطة 2	محطة 1	-12.208-*	.000
		محطة 3	4.522	.066
	محطة 3	محطة 1	-16.730-*	.000
		محطة2	-4.522-	.066
TKN	محطة 1	محطة 2	19.6133333*	.000
		محطة 3	31.8497101*	.000
	محطة 2	محطة 1	-1.9613333E1	.000
		محطة 3	12.2363768*	.000
	محطة 3	محطة 1	-3.1849710E1	.000
		محطة2	-1.2236377E1	.000

المقياس			فروق المتوسطات	مستوى الدلالة
NH3-n	محطة 1	محطة 2	18.0898810*	.000
		محطة 3	21.1857143*	.000
	محطة 2	محطة 1	-1.8089881E1	.000
		محطة 3	3.0958333	.752
	محطة 3	محطة 1	-2.1185714E1	.000
		محطة2	-3.0958333-	.752
T.CL2	محطة 1	محطة 2	-.6638889-	.243
		محطة 3	.5375604	.073
	محطة 2	محطة 1	.6638889	.243
		محطة 3	1.2014493*	.011
	محطة 3	محطة 1	-.5375604-	.073
		محطة2	-1.2014493-*	.011
F.CL2	محطة 1	محطة 2	.041	.877
		محطة 3	-.148-	.075
	محطة 2	محطة 1	-.041-	.877
		محطة 3	-.188-	.086
	محطة 3	محطة 1	.148	.075
		محطة2	.188	.086

ويوضح الجدول وجود فروق واضحة بين المحطات الثلاث في كل المقاييس حيث كانت اعلاهم في المقاييس المحطة الثانية (الجنوبية) تليها المحطة الاولى (الشمالية) ثم المحطة الثالثة (حي الجزيرة) كانت اخرهم في متوسطات المقاييس ويوضح الشكل بعض من هذه الفروق.

مناقشة النتائج

أهم النتائج المتعلقة بخصائص مياه الصرف الصحي المعالجة في المحطات الرئيسية الثلاث في مدينة الرياض:

1- توصلت نتائج التحليل الفيزيائي المخبري للخواص الطبيعية لمياه الصرف الصحي المعالجة إلى مطابقة مؤشر درجة الحموضة (الأس الهيدروجيني PH) في المحطات الرئيسية الثلاث في المدينة للمواصفات العالمية والسعودية لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً حيث بلغت قيمته في فصل الصيف بمتوسط (7.774854) وبانحراف معياري مقداره (0.651523) بينما بلغت قيمته في فصل الشتاء بمتوسط (7.597576) وبانحراف معياري مقداره (0.385555).

2- توصلت أيضاً نتائج التحليل الاحصائي إلى أن هناك فروق نوعية بين متوسط قراءات فصلي الصيف والشتاء للمحطات الرئيسية الثلاث في مؤشر درجة الحموضة (الأس الهيدروجيني PH) حيث بلغت قيمة اختبار ت (3.022) عند مستوى دلالة (0.003) وذلك يرجع إلى طبيعة الاستخدام والاستهلاك للمياه حيث ترتفع في فصل الصيف وتنخفض في فصل الشتاء.

3- توصلت أيضاً نتائج التحليل الفيزيائي المخبري للخواص الطبيعية لمياه الصرف الصحي المعالجة إلى مطابقة مؤشر تركيز المواد الصلبة العالقة (TSS) في المحطات الرئيسية الثلاث للمواصفات والمعايير العالمية والسعودية لأقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً حيث بلغت قيمته في فصل الصيف بمتوسط

(22.25) وبانحراف معياري مقداره (28.681) بينما بلغت قيمته في فصل الشتاء بمتوسط (16.47) وبانحراف معياري مقداره (10.017).

4- توصلت أيضاً نتائج التحيل الاحصائي إلى أن هناك فروق نوعية بين متوسط قراءات فصلي الصيف والشتاء للمحطات الرئيسية الثلاث في مؤشر تركيز المواد العالقة (TSS) حيث بلغت قيمة اختبار ت (2.448) عند مستوى دلالة (0.015) وذلك يرجع إلى التجاوزات التي تعاني منها المدينة في صرف مياه صرف صناعي وطبي وزيوت مطروحة في الشبكة العامة دون ترشيحها مما يعرقل عملية المعالجة.

5- توصلت أيضاً نتائج التحليل الكيميائي المخبري للخواص الكيميائية العضوية لمياه الصرف الصحي المعالجة إلى عدم مطابقة مؤشر تركيز محتوى الأكسجين الكيميائي (COD) في المحطات الرئيسية الثلاث في المدينة للمواصفات والمعايير العالمية والسعودية حيث بلغت قيمته في فصل الصيف بمتوسط (48.2 ملجم / لتر) وبانحراف معياري مقداره (42.317) بينما بلغت قيمته في فصل الشتاء بمتوسط (41.15 ملجم / لتر) وبانحراف معياري مقداره (23.732).

6- توصلت أيضاً نتائج التحليل الاحصائي إلى أن هناك فروق نوعية بين متوسط قراءات فصلي الصيف والشتاء للمحطات الرئيسية الثلاث في مؤشر تركيز محتوى الأكسجين الكيميائي (COD) حيث بلغت قيمة اختبار ت (2.448) عند مستوى دلالة (0.015) وذلك يرجع إلى التجاوزات التي تعاني منها المدينة في صرف الزيوت والشحوم في شبكة مياه الصرف الصحي العامة دون ترشيحها مما يؤدي إلى وجود ظروف لا هوائية مناسبة لتوليد الروائح الكريهة.

7- توصلت أيضاً نتائج التحليل الكيميائي المخبري للخواص الكيميائية العضوية لمياه الصرف الصحي المعالجة إلى عدم مطابقة مؤشر تركيز محتوى الأكسجين البيوكيميائي (BOD) في المحطات الرئيسية الثلاث في المدينة للمواصفات والمعايير العالمية والسعودية حيث بلغت قيمته في فصل الصيف بمتوسط (23.11ملجم / لتر) وبانحراف معياري مقداره (19.417) بينما بلغت قيمته في فصل الشتاء بمتوسط (17.38 ملجم / لتر) وبانحراف معياري مقداره (10.087).

8- توصلت أيضاً نتائج التحليل الاحصائي إلى أن هناك فروق نوعية بين متوسط قراءات فصلي الصيف والشتاء للمحطات الرئيسية الثلاث في مؤشر تركيز محتوى الأكسجين البيوكيميائي (BOD) حيث بلغت قيمة اختبار ت (3.376) عند مستوى دلالة (0.001) وذلك يرجع إلى التجاوزات التي تعاني منها المدينة في المؤشر السابق.

9- توصلت أيضاً نتائج التحليل الكيميائي المخبري للخواص الكيميائية العضوية لمياه الصرف الصحي المعالجة إلى عدم مطابقة مؤشر تركيز العكارة (TURB) في المحطات الرئيسية الثلاث في المدينة للمواصفات والمعايير العالمية والسعودية حيث بلغت قيمته في فصل الصيف بمتوسط (11.67 وحدة عكارة) وبانحراف معياري مقداره (10.043) بينما بلغت قيمته في فصل الشتاء بمتوسط (8.54 وحدة عكارة) وبانحراف معياري مقداره (5.416).

10- توصلت أيضاً نتائج التحليل الاحصائي إلى أن هناك فروق نوعية بين متوسط قراءات فصلي الصيف والشتاء للمحطات الرئيسية الثلاث في مؤشر تركيز العكارة (TRUB) حيث بلغت قيمة اختبار ت (3.541) عند مستوى دلالة (0.000) وذلك يرجع إلى التجاوزات التي تعاني منها المدينة في صرف المخلفات الصناعية في شبكة مياه الصرف الصحي العامة من مصانع تدوير الورق والبلاستيك والتي تعرقل من عملية التطهير أثناء المعالجة.

11- توصلت أيضاً نتائج التحليل الكيميائي المخبري لخواص المركبات الكيميائية لمياه الصرف الصحي المعالجة إلى عدم مطابقة مؤشر تركيز النترات (NO3) في المحطات الرئيسية الثلاث في المدينة للمواصفات والمعايير العالمية والسعودية حيث بلغت قيمته في فصل الصيف بمتوسط (14.02 ملجم / لتر) وبانحراف معياري مقداره

(11.76) بينما كانت قيمته مطابقة لمواصفات والمعايير العالمية والسعودية في فصل الشتاء حيث بلغت قيمته بمتوسط (9.525 ملجم / لتر) وبانحراف معياري مقداره (10.09).

12- توصلت أيضاً نتائج التحليل الاحصائي إلى أن هناك فروق نوعية بين متوسط قراءات فصلي الصيف والشتاء للمحطات الرئيسية الثلاث في مؤشر تركيز النترات (NO3) حيث بلغت قيمة اختبار ت (1.323) عند مستوى دلالة (0.005) وذلك يرجع إلى التجاوزات في صرف المخلفات الطبية والصناعية من مصانع الدهانات في فصل الصيف.

13- توصلت أيضاً نتائج التحليل البيكترولوجي المخبري للخواص الجرثومية لمياه الصرف الصحي المعالجة إلى مطابقة مؤشر عصيات القولون البرازية (F.CL2) في المحطات الرئيسية الثلاث في المدينة للمواصفات والمعايير العالمية والسعودية حيث بلغت قيمته في فصل الصيف بمتوسط (0.27 عصية / لتر) وبانحراف معياري مقداره (0.542) بينما بلغت قيمته في فصل الشتاء بمتوسط (0.12 عصية / لتر) وبانحراف معياري مقداره (0.096).

14- توصلت أيضاً نتائج التحليل الاحصائي إلى أن هناك فروق نوعية بين متوسط قراءات فصلي الصيف والشتاء للمحطات الرئيسية الثلاث في المؤشر حيث بلغت قيمة اختبار ت (2.650) عند مستوى دلالة (0.009) وذلك يرجع إلى تأثير مناخ الفصلين على مياه الصرف الصحي.

15- توصلت أيضاً نتائج التحليل الاحصائي للفروق النوعية لمتوسط قراءات المحطات الرئيسية الثلاث من خلال الفروق البعدية إلى أن المحطة معالجة مياه الصرف الصحي الجنوبية تمثل أعلى القيم للمؤشرات وتليها محطة معالجة مياه الصرف الصحي الشمالية ويأتي آخرها محطة معالجة مياه الصرف الصحي بحي الجزيرة.

التوصيات: بناءً على النتائج التي تم التوصل إليها توصي الدراسة بالتالي:

- ضرورة التشديد على مستخدمي شبكة مياه الصرف الصحي العامة على عدم تصريف أي مخلفات سائلة لها تأثيراً ضاراً بمرافق مياه الصرف الصحي وإلزام المؤسسات مستخدمي الشبكة العامة بمعالجة أولية لدرجة مقبولة.
- إعادة النظر في الغرامات المفروضة على مخالفي استخدام شبكة مياه الصرف الصحي العامة للحد من الآثار السلبية على الشبكة ومرافق مياه الصرف الصحي عامةً.
- ضرورة توفير مصائد خاصة لكل من الأجسام الصلبة أو الزيوت أو الشحوم في مرافق مستخدمي شبكة الصرف الصحي العامة بما يتناسب مع نوعية المياه المصروفة منها.
- ضرورة الاستفادة من المياه المعالجة ثلاثياً والمطابقة للمعايير والمواصفات القياسية التي نصت عليها اللائحة التنفيذية لنظام مياه الصرف الصحي المعالجة وإعادة استخدامها بإنشاء شبكة عائدة من محطات المعالجة إلى خزانات خاصة داخل المجمعات السكنية والمؤسسات والمرافق العامة لاستخدامها في صناديق الطرد المركزية ورش الحدائق المنزلية وغسيل السيارات وأسوار المنازل وبناء المنشآت والمساكن.
- إنشاء المنتجعات والبحيرات الصناعية في الساحات البلدية للأحياء والمجمعات لإضفاء طابع الحياة الطبيعية داخل أحياء المدينة على غرار البحيرات الصناعية التي أنشأتها أمانة مدينة الرياض في كل من بحيرات الحائر وبحيرة سد نمار ومتنزه بحيرة سلام وسط مدينة الرياض.

قائمة المراجع

أولاً- المراجع بالعربية

- بن صادق، عبدالوهاب رجب هاشم، التلوث البيئي، الرياض. النشر العلمي والمطابع بجامعة الملك سعود. الطبعة الأولى 1418هـ
- الحديثي، عبدالله سليمان، استعمال مياه الصرف الصحي للأغراض الزراعية: تجربة المملكة العربية السعودية، الرياض. النشر العلمي والمطابع بجامعة الملك سعود، 1418هـ
- العاني، نجم الدين، تنقية المياه المبتذلة في العراق، الرياض. المعهد العربي لإنماء المدن، 1408هـ
- عبد العظيم، محمود محمد، أسس معالجة مياه الصرف الصحي وتشغيل المحطات، القاهرة. دار الفكر العربي، الطبعة الأولى، 1422هـ
- عبدالماجد، هجو محمد، مخلفات الصرف الصحي الخواص والمعالجة وإعادة الاستخدام، الرياض. النشر العلمي والمطابع بجامعة الملك سعود، 1422هـ
- فرج، محمد علي علي، الصرف الصحي ومعالجة المخلفات السائلة "موسوعة الهندسة الصحية"، القاهرة. دار الكتاب الحديث، الطبعة الأولى، 2000م.
- فرج، محمد علي علي. شبكات الصرف الصحي – تنقية المياه والمعالجة الهندسية لتلوث البيئة "موسوعة الهندسة الصحية". القاهرة. دار الكتاب الحديث، الطبعة الأولى، 2000م.
- أصفري، أحمد فيصل، "ضرورة معالجة مياه المجاري وإعادة استخدامها في المدن العربية". مجلة المدينة العربية، (المجلد 83)، صفحة 17 – 38.

ثانياً- المراجع بالإنجليزية

- Edwards, P., pullin, R.S.V. (1990). Wastewater fed aquaculture. Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Larsen, T.A. Gujer, W. (1996). Separate Management of anthropogenic nutrient solutions (human urine). Water Sci. Technol.
- Romero, H. (1997). The Mezquital Vally, Mexico. In: Helmer, R., Hespanol, I. (eds.) Water Pollution Control, a guide to the use of water quality management principles, E & FN Spon, London.