استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لري المسطحات الخضراء في مدينة جدة غرب المملكة العربية السعودية "دراسة في الجغرافية البيئية"

إعداد

أ.علية بنت عامر الراشدي

قسم الجغرافية/كلية الأداب والعلوم الإنسانية/

جامعة الملك عبدالعزيز

Alleahamer@hotmail.com

إشراف

د. ابتسام بنت حسن عواري

أستاذ مشارك

تاريخ استلام البحث: ٢٠١٩/١/١٤

تاريخ قبـول البحـث: ٢٠١٩/ ٢/١

استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لري المسطحات الخضراء في مدينة جدة غرب المملكة العربية السعودية "دراسة في الجغرافية البيئية"

إعداد
أ.علية بنت عامر الراشدي
قسم الجغرافية/كلية الأداب والعلوم الإنسانية/
جامعة الملك عبدالعزيز
Alleahamer@hotmail.com
إشراف
د. ابتسام بنت حسن عواري
أستاذ مشارك

الملخص:

اهتمت حكومة المملكة العربية السعودية بإعادة استخدام مياه الصرف للاستفادة منها في ري المسطحات الخضراء، حيث سعت لتقليل الضغط على مصادر المياه غير المتجددة، والاستفادة من مصادر المياه المتجددة، شريطة المحافظة على البيئة، ومن هنا ستركز هذا الدراسة على معرفه الخواص الطبيعية والكيميائية والحيوية للمياه المعالجة المستخدمة في ري المسطحات الخضراء.

تهدف الدراسة إلى تقييم نوعية المياه المستخدمة في الري، ومقارنتها بالمعايير المعتمدة من قبل وزارة البيئة والمياه والزراعة عام ٢٠٠٦م ومنظمة الفاو. لتحديد نمط العلاقة بين الموقع الجغرافي للمسطحات الخضراء. وإظهار مدى ملائمة هذا المياه للمعايير. تم اختيار أحد عشر مسطحاً أخضراً وفق معايير محدد وضعتها الباحثة. وتم أُخذت العينات من خزانات مياه المسطحات الخضراء لتحليلها.

وأظهرت الدراسة عدم ملائمة هذه المياه لري الحدائق في كثير من المواقع، إضافة إلى تباين الخواص الكيميائية والطبيعية والحيوية من حديقة لأخرى، ويرجع ذلك لاختلاف مصدر المياه المستخدمة في الري، كما خرجت الدراسة بعدم وجود تأثير للتباين المكاني للحدائق حيث ظهرت النتائج أنها دالة إحصائياً.

أظهرت النتائج تباين الخواص الطبيعية فوجد أن العكارة والتوصيل الكهربائي تجاوزت المعايير في معظم الحدائق بمتوسط (٢٠٠٩,٠٩) (٢١,٢٧) ملجم/لتر على التوالي، بينما المواد الصلبة الذائبة كانت ضمن الحدود المسموح بها في معظم الحدائق. بالنسبة للخواص الحيوية فقد ظهرت البكتريا القولونية في جميع الحدائق، أما الديدان والفطريات فوجدت في معظم الحدائق، وظهرت البكتريا الزرقاء في حديقة الميرال. أما نتائج الخواص الكيميائية فتجاوزت المعايير كل من الأكسجين الكيميائي والفوسفات في جميع الحدائق بمتوسط (٢٠٢,٤٥) (٦,٥٠) ملجم/لتر على التوالي، أما للأكسجين الكيموحيوي فتجاوز المعايير في معظم الحدائق (١٢,٢٧ملجم/لتر). وبالنسبة للحديد والأس الهيدروجيني والزنك والمغنسيوم والكالسيوم والصوديوم والكلوريد والفلوريد (٠,٠٣٦) (٧,٢٩) (١٩,١٥) (٥٧,٩٤) (٣٠٣,٨٩) (٣٤٣,٩٧) (٠,٢٦٨) ملجم/لتر على التوالي فأظهرت النتائج أنها لم تتجاوز المعايير في جميع الحدائق. وأما نتائج النحاس والنترات والكبريتات والمنجنيز فكانت ضمن الحدود المسموح بها في معظم الحدائق، وخلت تمام منطقة الدراسة من الليثوم والكروم والكوبلت، أما ايونات الامونيا وجدت في حديقتين فقط.

وخلصت التوصيات إلى الحرص والتأكد من جودة المياه الخارجة من المحطات قبل استخدامها في ري. وضرورة تطبيق المعايير والاشتراطات البيئية المحددة من قبل الوزارة من خلال أخذ عينة من مياه المحطة بشكل دوري.

Abstract:

Kingdom of Saudi Arabia Government has concerned in reusing the wastewater to benefit from it in irrigating the landscaping, as the state's new orientations and the strategic planning of the Ministry of Environment, Water & Agriculture have sought to reduce the pressure on the un-renewable water sources and to benefit from the water renewable sources, provided that maintaining the environment, hence, this study will focus on identifying the natural, chemical and biological features of the treated water that used in irrigating the landscaping.

cal oxygen and phosphate are exceeded the standards in all the gardens by the average of (202.45), (6.50) mg/liter in a row, and for the bio-chemical oxygen has exceeded the standards in most of the gardens by a digital average of (12.27 mg/liter). For iron, potential of hydrogen (PH), zinc, magnesium, calcium, sodium, chloride and fluoride have not exceeded the standards in all gardens by the following averages (0.036), (7.29) (19.15), (57.94), (303.89), (343.97), (0.268) mg/liter in a row. But the results of copper, nitrate, sulphate, and manganese were within the allowed domains in most of the gardens, the study field was completely free from lithium, chrome, and cobalt, but the ammonium ions were found in two gardens.

The recommendations are to make sure from the quality of external water from the stations before using it in irrigation, and the necessity of applying the environmental standards and requirements that set by the ministry during taking a sample from the station water periodically.

This study aims to evaluate the quality of water that used in irrigating the green area for some selected locations in Jeddah City and compare it with the standards that the Ministry of Environment, Water and Agriculture in 2006 and FAO have adopted, and to identify the relationship pattern between the geographical location of landscaping and the features of treated water that used in irrigation, and showing the adequacy of this water to the technical standards and requirements. There are twelve landscaping areas selected according to determined standards set by the researcher, and the samples have taken from the tanks of landscaping water to analyze it.

The study indicated the lake of adequacy for this water to irrigate the gardens in many locations, besides, the variation of the natural, chemical and biological features from one garden to another, and that due to the difference of water source that used in irrigation, and the study also indicates that there is no impact to the spatial variation of the gardens as the results reveal that it is statistically significant.

The study indicate the variation of natural features, as the turbidity and electrical conductive have exceeded the standards in most of the gardens by a digital average of (2009.09), (21.27) mg/liter in a row, but the melted solid material was within the allowed borders in most of the gardens. For the biological features, the Escherichia coli has appeared in all gardens, while the vermin and fungi are found in most of the gardens that studied. The Cyanobacteria is found in the Mayril Garden only. The results of chemical features indicated that the chemi-

المقدمة:

– أخذت عملية انتشار المناطق الخضراء داخل المدن وخارجها في المملكة العربية السعودية نصيباً كبيراً من اهتمام و أولويات الحكومة الرشيدة، حيث يساعد انتشار المسطحات الخضراء على تنقية الهواء، ومنع انجراف التربة، إضافة لكونه متنفساً للعائلات، ومنظراً جمالياً للمدينة.

– يعترض تحقيق هذا الهدف مشاكل عديدة من أهمها قلة الأمطار، وارتفاع درجات الحرارة، وشح المياه السطحية، واستنزاف المياه الجوفية التي تعتبر المصدر الرئيس لري المزروعات والنباتات، إضافة إلى ارتفاع معدلات استهلاك المياه، حيث يعد الفرد في المملكة العربية السعودية ثالث أكبر مستخدم للمياه على مستوى العالم (Kajenthira, et al., 2012)؛ مما دعا الحكومة إلى الاستفادة من المياه المعالجة، في ري المسطحات الخضراء وفق اشتراطات بيئية محددة، تعمل على سلامة البيئة وصحة الإنسان.

– حيث يتم معالجة المياه في محطات متخصصة تحت إدارة الأمانة، ووضعت معايير بشروط صارمة ليتم استخدم هذا المياه بطرق أمنة حتى لا تشكل ضرر على الأنسان والبيئة، ولكي يتم التخلص من مياه الصرف بطرق حديثة والاستفادة منها استخدمت بشكل رئيسي في ري المسطحات الخضراء العامة(ومنها الحدائق) والباقي يتم التخلص منها عن طريق قنوات ومصبات تنتشر على ساحل البحر الأحمر في مدينة جدة.

مشكله وتساؤلات الدراسة:

التوجهات الحديثة للدولة والتخطيط الاستراتيجي لوزارة البيئة والمياه والزراعة؛ الخاص بتقليل الضغط على مصادر المياه غير المتجددة، وتعظيم الاستفادة من مصادر المياه المتجددة، وذلك من خلال الالتزام بالمواصفات والمعايير التي اعتمدتها وزارة البيئة والمياه والزراعة عام ٢٠٠٦م، لخواص المياه المعالجة لري المسطحات الخضراء، ومن هنا ركزت هذه الدراسة على معرفه الخواص الطبيعية والكيميائية والحيوية للمياه المعالجة المستخدمة في ري المسطحات الخضراء ومقارنتها مع معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة لعام ٢٠٠٦م، ومعايير منظمة الفاو ١٩٩٢م.

حاولت هذه الدراسة الإجابة على التساؤلات التالية:

– هل تتوافق الخواص الطبيعية، والكيميائية، والحيوية للمياه المعالجة المستخدمة في ري المسطحات الخضراء مع الاشتراطات الفنية المعتمدة من قبل وزارة البيئة والمياه والزراعة ومنظمة الفاو؟

– هل هناك اختلاف في نوعية المياه المعالجة المستخدمة لري المسطحات الخضراء حسب موقعها في مدينة جدة؟

أهداف الدراسة:

هدفت هذه الدراسة بشكل عام إلى تقيم نوعية المياه المستخدمة في ري المسطحات الخضراء في مواقع مختارة من مدينة جدة وذألك على النحو التالي:

١- معرفة الخواص الطبيعية، والكيميائية، والحيوية العامة للمياه المعالجة المستخدمة لري المسطحات الخضراء في مدينة جدة، ومقارنتها بالمعايير والاشتراطات المعتمدة من قبل وزارة البيئة والمياه والزراعة عام (٢٠٠٦م)، ومنظمة الفاو لعام (١٩٩٢م).

٢- تحديد نمط العلاقة بين الموقع الجغرافي للمسطحات الخضراء وخصائص المياه المعالجة المستخدمة لري المسطحات الخضراء في مدينة جدة.

٣- إظهار مدى ملائمة هذا المياه للمعايير والاشتراطات الفنية المعتمدة من قبل الوزارة ومنظمة الفاو.

أهمية الدراسة:

ركزت هذه الدراسة على إظهار مدى توافق خواص المياه المستخدمة لري المسطحات الخضراء مع اشتراطات السلامة والمعايير البيئية المفروضة من قبل وزارة البيئة والمياه والزراعة عام (٢٠٠٦م)، ومنظمة الفاو (١٩٩٢م)، إضافة إلى رصد العلاقة المكاني للتوزيع الجغرافي للمسطحات الخضراء المختارة، ونوعية المياه المستخدمة في الري؛ وذلك حرصا على سلامة وصحة مرتاديها خاصة من الأطفال في مواقع مختلفة من مدينة جدة.

منطقة الدراسة:

تقع مدينة جدة على الساحل الغربي من المملكة العربية السعودية عند التقاء خط عرض ٢٩َ ٢٤ً ٢١° و١٣َ ٤٩ً ٢١° شمالاً، وخط الطول ٢٠َ ٤ً ٣٩° و٠٠َ ٢٠ً ٣٩° شرقاً

(الشهري، ٢٠١٣م، ٩٧) عند منتصف الشاطئ الشرقي للبحر الأحمر جنوب مدار السرطان، وتصل مساحة مدينة جدة الحضرية إلى ما يقارب (١٧٦٥كم٢)، وتصل المساحة الإجمالية فيها إلى ما يقارب (٥٤٦٠ كم٢)، وعدد سكان محافظة جدة بحوالي (٣,٤ مليون نسمة)، أي ما يمثل نسبة ١٤٪ من إجمالي عدد سكان المملكة العربية السعودية (أمانة محافظة جده، ٢٠١٦م، ١).

الدراسات السابقة:

- تناولت دراسات عديدة استخدم فيها المياه المعالجة للري الزراعي، وري مزروعات البلدية، ومن أهم هذه الدراسات.

دراسة باعشن (٢٠٠٨م)، وعنوانها تأثير مياه الصرف على تشكيل الغطاء النباتي شرق محافظة جده؛ والتي أشارت نتائجها إلى ارتفاع كمية عنصر الكلوريد في مياه البحيرة، يليه عنصر الصوديوم، أما العناصر الثقيلة فقد أظهر تحليل مياه الصرف أن تركيزها عالٍ في مياه البحيرة الرئيسية، وفي مياه الحفر المائية المجاورة، كما أظهرت النتائج تراكم عنصري الصوديوم، والبوتاسيوم بتركيزات عالية في أنسجة النبات المختلفة، مما يقلل من الجهد المائي لهذه الخلايا، ويساعد هذا النباتات على امتصاص أكبر قدر من الماء من التربة.

- دراسة أبوعشي (٢٠١١م)، وعنوانها تأثير التصريف الأرضي لمياه الصرف على تلوث التربة ومياه الأبار؛ والنباتات بوادي العرج بالطائف، ولقد أظهرت أن تركيز العناصر في المياه المعالجة أقل من الحد الأعلى الذي تم وضعة من قبل منظمة الأغذية والزراعة العالمية (الفاو) ووزارة البيئة والمياه والزراعة، ووجد أن كفاءة المحطة ممتازة في تقليل وإزالة البكتيريا القولونية الكلية، وبكتيريا القولون البرازية، كما وجد أن الخواص الطبيعية والكيميائية والحيوية لمياه المجرى، ومياه الآبار أقل من المعايير الموضوعة من قبل منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة "الفاو" ووزارة البيئة والمياه والزراعة بالنسبة للاستخدام الزراعي.

- تقرير ألبرتا إنفيرونمنت (Alberta environment, 2000)، بعنوان المبادئ الإرشادية للري بمياه الصرف البلدية؛ وركزت الدراسة على الاهتمام باستخدام المياه المعالجة في الري، كوسيلة للتخلص من مياه الصرف، شرط إتباع الطرق الصحيحة.

- دراسة الفرواتي وآخرون Al Farawati (et al, 2008)، بعنوان المياه المعالجة المستخدمة في ري المناطق الخضراء في جدة لدراسة الخواص الكيميائية؛ وركزت الدراسة على المسطحات الخضراء في مدينة جدة؛ لمعرفة الخطر الصحي المحتمل الذي يمكن إن يحدث بسبب استخدام المياه المعالجة، كما ركزت أيضاً على الخواص الكيميائية والحيوية لمياه المعالجة المستخدمة في الري، وقسم استخدام المياه المعالجة إلى نوعين، نوع مياه عالية الجودة للاستخدام المباشر للإنسان، والنوع الثاني أقل جوده وهو صالح للاستخدام غير المباشر للإنسان، وأكدت النتائج على أهمية الاستفادة من هذه المياه المهدرة، ووضع قيود على استخدامها.

- دراسة كيشار (Khichar, 2014)، بعنوان تقييم معايير المخلفات الصناعية؛ التي اهتمت بدراسة تركيز الخواص الكيميائية والطبيعية، وأهمية تحديد الاختلافات في نوعية المياه، والتحقق من جودة مياه الري ومقارنتها مع معايير منظمة الصحة العالمية، وأشارت النتائج إلى أن مياه الري تحتاج إلى العلاج المناسب قبل الاستخدام.

جدول (١) يوضح بيانات الحدائق التي انطبق عليها المعايير

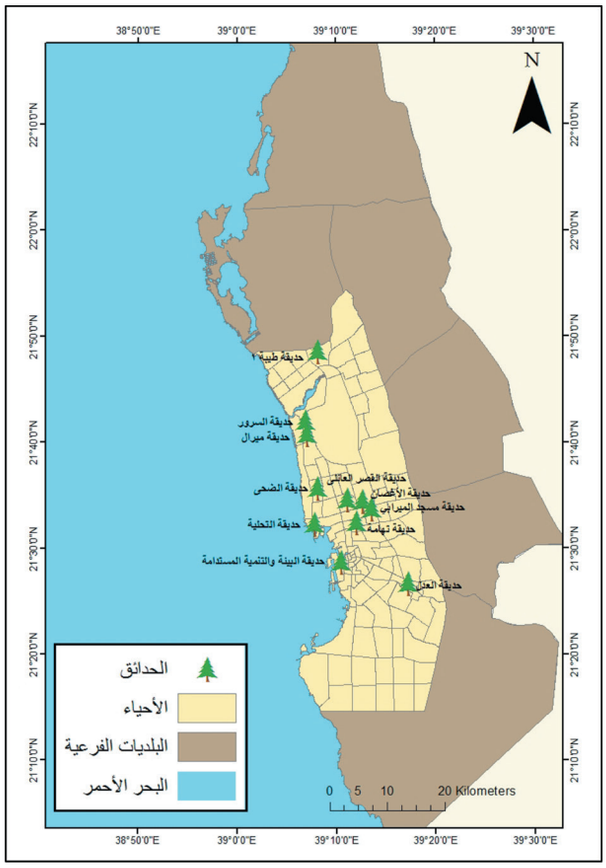
اسم الحديقة	المساحة	موصفات الحديقة	
		العاب	ملاعب رياضية
حديقة البيئة والتنمية المستدامة	٢٠٤٣٧	√	
حديقة مسجد الميرابي	٩٨٠٠	√	
حديقة الأغصان	٢٤٦٠٠	√	
طيبة ١	٩٧٥٤	√	
حديقة الضحى	٨٥١٥	√	
حديقة التحلية	٢٨٠٠٠	√	
حديقة السرور	٨٦٧٦	√	
حديقة الميرال	١٦٢٤٥		√
حديقة العدل	٦٩١٨	√	
حديقة تهامة	٢٢٥٠٠	√	
حديقة القصر العائلي	٣٢٠٠٠	√	√

منهجية الدراسة:

اعتمدت على الدراسة الحقلية المتوافقة مع المعايير التي تم وضعها من قبل الباحثة لتحديد عينة الدراسة وهي أن تكون المسطحات الخضراء أكبر من ٨٠٠٠ متر٢، ويجب أن تكون المسطحات الخضراء المختارة يكثر ارتيادها من قبل السكان، ويجب أن تحتوي المسطحات الخضراء على ملاعب أو مناطق ترفيهية للأطفال. بعد حصر المسطحات الخضراء التي تنطبق عليها المعايير السابقة شكل (١)، حيث تم اختيار أحد عشر حديقة، ونظراً لعدم وجود مسطحات خضراء في جنوب جدة تنطبق عليها المعايير السابقة، وتم استثناء حديقة العدل في جنوب جدة عن المعيار السابق حيث أنها صغيرة في مساحتها، وتم جمع العينات من الخزانات الموجودة في الحدائق ٢٠١٧/١/٢٧، وأرسلت العينات لمختبر مركز التميز البحثي في الدراسات البيئية، ومختبر كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة. ورسم الخرائط عن طريق GIS.

نتائج الدراسة:

يوضح جدول (٢) وشكل (٢) ما يلي:

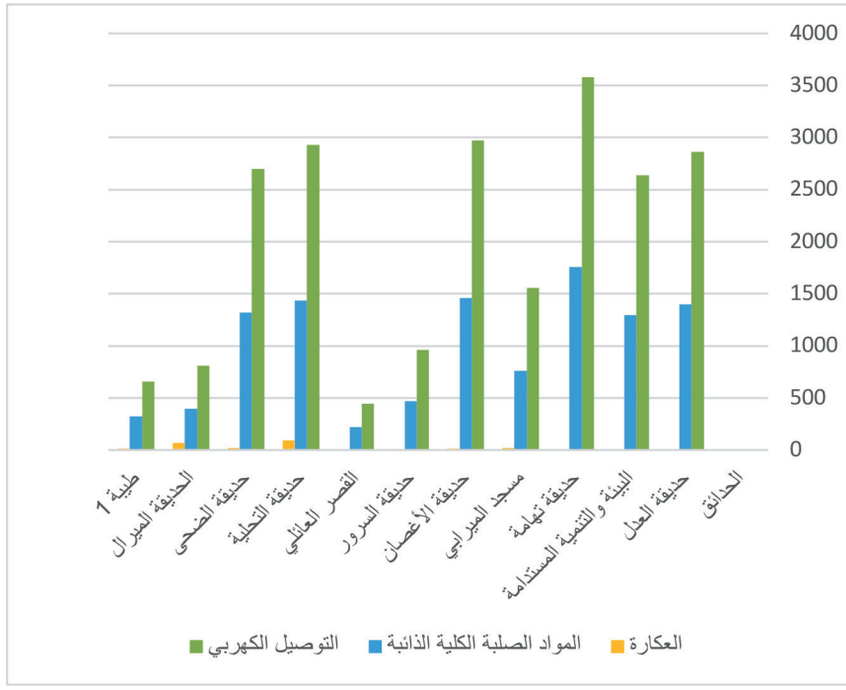


المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة أساس من أمانة جدة (٢٠١٥م).

شكل (١) مواقع عينة المسطحات الخضراء في مدينة جدة.

جدول (٢) الفروق الإحصائية للخواص الطبيعية للمياه المعالجة المستخدمة في ري الحدائق.

الخواص	أقل قيمة	أكبر قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة	معايير منظمة الفاو	مربع كأي	الدلالة
التوصيل الكهربي	٤٤٥	٣٥٨٠	٢٠٠٩,٠٩	١,١٣٣,٨٤٧	٢٣٠٠-٨٠٠	١٩٢٠	١١٠	غير دالة
المواد الصلبة الذائبة	٢١٨	١٧٥٥	٩٨٤,٦٣	٥٥٥,٨٥	١٥٠٠	٢٠٠٠	١١٠	غير دالة
العكارة	٠,١٠٢	٩٠,١٥	٢١,٢٧	٣٠,٣٤	٥ وحدة عكارة	-	٧٧	غير دالة



شكل (٢) مجمل الخواص الطبيعية (ملجم/لتر) لمياه الري في المسطحات الخضراء بمدينة جدة.

يتضح من النتائج الخواص الطبيعية للمياه المعالجة، والتي تستخدم لأغراض ري الحدائق، جدول (٢) وشكل (٢)، نتائج ما يلي:

- ظهر الاختلاف واضح في تركيز العكارة، والتوصيل الكهربائي، والمواد الصلبة الذائبة من منطقة إلى أخرى، وهذا يعني عدم ملائمة هذه المياه لري الحدائق في مدينة جدة.

- ويلاحظ من هذه النتائج أن قيم التوصيل الكهربائي للحدائق التالية (حديقة تهامة، حديقة الأغصان، حديقة التحلية، حديقة العدل، حديقة الضحى، حديقة البيئة والتنمية المستدامة) قد تجاوزت معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة، حيث نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث لمياه الري (٢٣٠٠ ميكروسيمنز/ سم)، كذلك تجاوزت معايير منظمة الفاو (١٩٢٠ ميكروسيمنز/ سم). وهذا بسبب ارتفاع معدل الملوحة، في معظم الحدائق.

- أوضحت نتائج المواد الصلبة الذائبة أنها ضمن الحدود المسموح بها في وزارة البيئة والمياه والزراعة. باستثناء حديقة تهامة حيث سجل فيها أعلى قيمة حيث أنها تجاوزه المعايير المنصوص عليها في وزارة البيئة والمياه والزراعة، حيث نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث لمياه الري (١٥٠٠ ملجم/ لتر)، ولكنها لم تتجاوز معايير منظمة الفاو اذ نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث لمياه الري (٢٠٠٠ مجم /لتر).

- أما بالنسبة للعكارة، فأظهرت نتائجها، أن تركيز المياه في معظم الحدائق قد تجاوز معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة. حيث سجلت أعلى قيمة في حديقة التحلية يليها حديقة مسجد الميرابي ثم حديقة الضحى ثم حديقة الأغصان ويليه حديقة طيبة ١ ثم حديقة السرور. حيث نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث للمياه المعالجة (٥ وحدة عكارة)، ويستدل من ذلك أن مياه المعالجة المستخدمة في ري المسطحات الخضراء غير صالحة للري.

- أظهرت النتائج الحيوية شكل (٣)، أن العينات لم تخلو من الكائنات التي تهدد صحة الإنسان. حيث يلاحظ من النتائج، وجود البكتيريا القولونية في مياه الري في جميع الحدائق. حيث اتضح من تحليل العينات أن عدد البكتريا القولونية زاد عن ١٠٠٠خلية /١٠٠مللتر. وأن مياه الري في جميع الحدائق قد تجاوزت المعايير المنصوص عليها من قبل وزارة البيئة والمياه والزراعة. وهذا يدل على عدم كفاءة المحطات في التخلص من البكتيريا ولا يحفز على استخدام هذا المياه لري الحدائق، وخاصة أنه يتم الري أثناء وجود مرتادي هذا الحدائق. لا سيما أن بعض أنواع البكتريا القولونية تسبب خطراً على صحة الإنسان وتهدد حياته. ومن أشهرها الإيكولاي (Escherichia coli).

جدول (٢) الفروق الإحصائية للخواص الطبيعية للمياه المعالجة المستخدمة في ري الحدائق.

- تبين النتائج وجود الديدان في مياه ري معظم الحدائق، حيث وجدت في حديقة تهامة وحديقة الأغصان وحديقة مسجد الميرابي وحديقة السرور وحديقة التحلية وحديقة الضحى وحديقة الميرال وحديقة طيبة١. وربما يرجع السبب إلى أن بعض الديدان مقاومة للطرق التقليدية في تعقيم المياه المعالجة مثل الكلور أو الأوزون، أو ربما كان السبب في وجودها إلى قلة تركيز الكلوريد في المياه المعالجة، حيث ظهرت الديدان في بعض الحدائق، التي وجد فيها الكلوريد بتركيز أقل من (٥٠٠ ملجم/لتر) وهي حديقة مسجد الميرابي وحديقة الأغصان وحديقة السرور وحديقة الميرال وحديقة طيبة١. مع العلم أن المعيار الذي وضعتها وزارة البيئة والمياه والزراعة هي (٦٠٠ ملجم/لتر).

- وجود الفطريات في المياه المعالجة دلالة على عدم كفاءة المحطات التي تقوم بمعالجة المياه الخارجة من المصانع (محطات الخمرة) مثل مصانع الخميرة والنشا. ولقد وجدت الفطريات في حديقة العدل وحديقة البيئة والتنمية المستدامة وحديقة الأغصان وحديقة السرور وحديقة القصر العائلي وحديقة طيبة١. وهذا يُؤكد ما ذكره أحد سائقين الوايت أنه ينقل المياه المعالجة من أي محطة إلى أي حديقة دون تنظيم معين وبهذا يصعب على الباحث تحديد مصدر هذه المياه.

- تبين النتائج وجود البكتيريا الزرقاء في حديقة الميرال فقط، ويظهر هذا النوع عند زيادة في تركيز الفوسفات والنيتروجين وبسبب ارتفاع المغذيات.

- وجدت بكتيريا التربة في ٦ حدائق، وهي بكتيريا مفيدة ولها مميزات عديدة، ولكن يوجد بعض من أنواعها يسبب أمراض للمحاصيل. ووجدت بكتيريا التربة في حديقة البيئة والتنمية المستدامة وحديقة مسجد الميرابي وحديقة الأغصان وحديقة الضحى وحديقة الميرال وحديقة طيبة١.

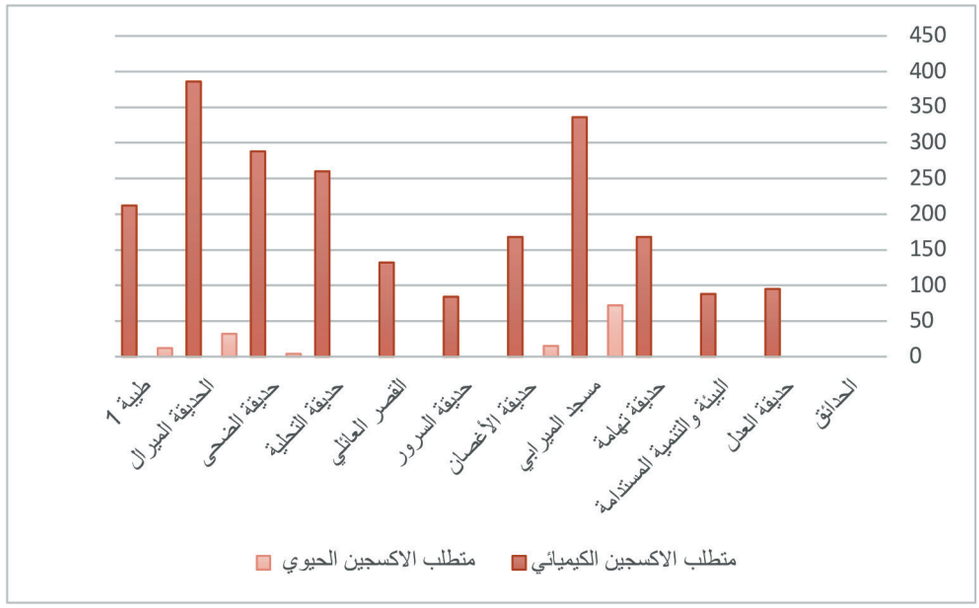
أظهر تحليل الخواص الكيميائية العضوية للحدائق، والتي تم ريها بالمياه المعالجة في مدينة جدة جدول (٣) وشكل (٤) التالي:

- تباين نتائج متطلب الأكسجين الحيوي، وعدم تجاوزه المعايير في مياه ري معظم الحدائق، باستثناء حديقة الميرال التي سجلت أعلى قيمة، يليه حديقة مسجد الميرابي ثم حديقة الأغصان ثم حديقة طيبة١.

- وأتضح بصفة عامة ارتفاع تركيز متطلب الأكسجين الكيميائي، لمياه ري جميع الحدائق، طبقاً لمعايير وزارة البيئة والمياه والزراعة.

جدول (٣) القيم الإحصائية التي توضح الفروق بين الخصائص الكيميائية العضوية للمياه المعالجة التي تستخدم في ري الحدائق المختلفة.

الخاصية	أقل قيمة	أكبر قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة	معايير منظمة الفاو	مربع كأي	الدلالة
متطلب الأكسجين الحيوي	٠	٧٢	١٢,٢٧	٢٢,٢١	١٠	-	٥٥	٠,٢٩١
متطلب الأكسجين الكيميائي	٨٤	٣٩٦	٢٠٢,٤٥	١٠٥,٨٤	٥٠	-	٩٩	٠,٢٤٢



شكل (٤) مجمل الخواص الكيميائية العضوية (ملجم/لتر) في مياه ري المسطحات الخضراء بمدينة جدة.

جدول (٤) القيم الإحصائية التي توضح الفروق بين الخواص الكيميائية الغير عضوية في المياه المستخدمة في ري للحدائق.

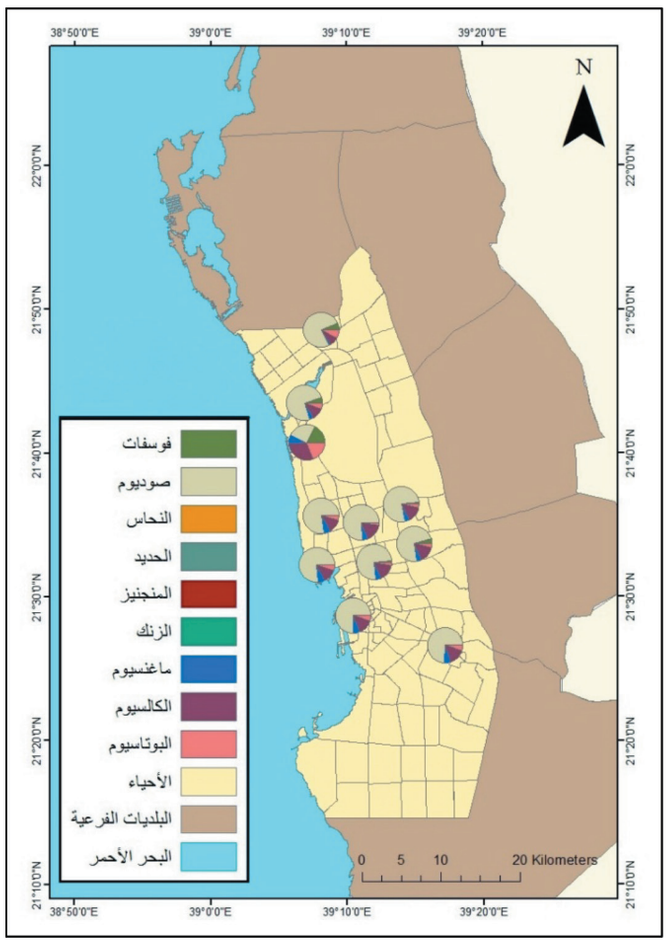
الخواص	أقل قيمة ملجم/لتر	أكبر قيمة ملجم/لتر	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري ملجم/لتر	معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة ملجم/لتر	معايير منظمة الفاو	مربع كأي	الدلالة
ليثيوم	٠	٠	٠	٠	٢,٥	–	–	–
كروم	٠	٠	٠	٠	٠,٠١	٠،١	–	–
كوبلت	٠	٠	٠	٠	٠,٠٥	٠،٠٥	–	–
الأس الهيدروجيني	٦,٢٣	٧,٧٥	٧,٢٩	٠,٤٣٠	٦ – ٨,٤	٦ – ٩	١١٠	غير دالة
نحاس	٠	٠,٢٣٨	٠,٠٢٦٥	٠,٠٧١١	٠,٠٤	٠،٠١	٣٣	غير دالة
حديد	٠	٠,٢٩٤	٠,١٣١	٠,٠٩٤٣	٥	٥	٩٩	غير دالة
منجنيز	٠	٠,٠٧٢٦	٠,٠١٠٧	٠,٠٢٣	٠،٠٢	٠،٢	٣٣	غير دالة
زنك	٠	٠,١٤٨	٠,٠٣٦	٠,٠٥٨٠	٤	٢	٥٥	غير دالة
مغنسيوم	٢,٥٠	٣٤,٠٤	١٩,١٥	١٣,٤٠	١٥٠	٦٠	٣٣	غير دالة
كالسيوم	١٠,٧٨	١٢٤,٩٠	٥٧,٩٤	٣٨,٢٦	٢٠٠	٤٠٠	١١٠	غير دالة
فوسفات	٠	١٣,٨٤	٦,٥٠	٤,٧٣٢	–	١	١١٠	غير دالة
بوتاسيوم	١,٧٣	٣٠,٤٥	١٨,٨٧	٩,٦١	–	١٥	١١٠	غير دالة
صوديوم	١٦,٦٣	٥٨٦,٨٣	٣٠٣,٨٩	١٩٩,١٤	–	٩٠٠	١١٠	غير دالة

يبين جدول (٤) الشكل (٥) نتائج تحليل الخواص الكيميائي الغير عضوية، لنوعية المياه المعالجة من المحطات المختلفة، التي تم جمعها من الحدائق.

يلاحظ أن جميع الحدائق، خالية تماماً من الليثيوم والكروم والكوبلت.

يلاحظ من النتائج أن جميع قيم الأس الهيدروجيني التي تم رصدها في المياه والمستخدمة في ري حدائق مدينة جدة، عدم تجاوزها معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة، حيث نصت المعايير بأن يتراوح الأس الهيدروجيني ما بين (٦-٨,٤ ملجم/لتر)، كما أنها لم تتجاوز معايير منظمة الفاو التي تراوحت بين (٦-٩ ملجم/لتر)، وعليه تعتبر هذه القيم مقبولة وصالحة للري، حيث أن معظم مياه ري الحدائق تتصف بالقلوية، باستثناء حديقة التحلية (٦,٩٢ ملجم/لتر) وحديقة طيبة١ (٦,٢٣ ملجم/لتر) تعتبر المياه حمضيه.

- والملاحظ من النتائج أن نسبة النحاس التي تم رصدها في المياه المعالجة والمستخدمة في ري حدائق مدينة جدة، لم تتجاوز المعايير المنصوص عليها في وزارة البيئة والمياه والزراعة، حيث نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث للمياه المعالجة هي (٠,٠٤ ملجم/لتر)، وبالتالي فإنه ليس هناك أي ضرر على مرتادي الحدائق. أما في حديقة طيبة ١ فان النحاس تجاوز المعايير حيث بلغ (٠,٢٣٨ ملجم/لتر)، وبالتالي فإن مياه الري بها غير صالحة لاستخدامها في الري. ولم تتجاوز معايير منظمة الفاو (٠,٠١ملجم/لتر)، عدا حديقة السرور (٠,٠٢١٢ملجم/لتر) وحديقة التحلية (٠,٠٣٢٥ ملجم/لتر) وحديقة طيبة١ (٠,٢٣٨٥ ملجم/لتر). وربما يرجع السبب إلى وجود النحاس في الأنابيب المستخدمة في محطات المعالجة والآلات أو في خزانات الحدائق، وقد يرجع السبب لانخفاض الاس الهيدروجيني بالنسبة قليله في حديقة التحلية وحديقة طيبة١، وهذا ما يساعد على تفكك النحاس واختلاطه بالمياه المعالجة.



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة أساس من أمانة جدة (٢٠١٥م).

شكل (٥) مجمل الخواص الكيميائية الغير عضوية (ملجم/لتر) في مياه ري المسطحات الخضراء بمدينة جدة.

– ويلاحظ أن قيمة الحديد التي تم رصدها في المياه المعالجة والمستخدمة لري أحد عشر حديقة بمدينة جدة، لم تتجاوز معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة، حيث نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث للمياه المعالجة هي (٥ ملجم/لتر). ولم تتجاوز معايير منظمة الفاو، حيث نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث للمياه المعالجة هي (٥ ملجم/لتر). وبالتالي فإنها لا تسبب ضرر على مرتادي الحدائق.

– ويلاحظ من النتائج أن قيمة المنجنيز التي تم رصدها في المياه المعالجة، لم تتجاوز المعايير المنصوص عليها في وزارة البيئة والمياه والزراعة، حيث نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث للمياه المعالجة هي (٠,٠٢ ملجم/لتر)، ما عدا حديقة التحلية (٠,٠٣١٨ ملجم/لتر) وحديقة الضحى (٠,٠٧٢٦ ملجم/لتر). بينما تتطابق جميعها مع معايير منظمة الفاو، التي تنص على أن أقصى مستويات التلوث في المياه المعالجة لا تتجاوز (٠,٢ ملجم/لتر)، وبالتالي فإنها لن تسبب ضرر على مرتادي الحدائق.

– والملاحظ من النتائج أن قيمة الزنك، التي تم رصدها في المياه المعالجة والمستخدمة لري الحدائق بمدينة جدة، لم تتجاوز معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة، حيث نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث للمياه المعالجة هي (٤ ملجم/لتر). ومعايير منظمة الفاو (٢ ملجم/لتر)، وبالتالي فإنها لن تسبب ضرر على مرتادي الحدائق.

– أما نتائج قيمة المغنسيوم، التي تم رصدها في المياه المعالجة والمستخدمة لري الحدائق بمدينة جدة، لم تتجاوز معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة، حيث نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث للمياه المعالجة هي (١٥٠ ملجم/لتر).

وهذه النتائج تتفق مع معايير منظمة الفاو (٦٠ ملجم/لتر)، وبالتالي فإنها لن تسبب ضرر على مرتادي الحدائق.

– أظهرت نتائج قيمة الكالسيوم التي تم رصدها في المياه المعالجة، أنها لم تتجاوز معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة، حيث نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث للمياه المعالجة هي (٢٠٠ ملجم/لتر). وتتوافق مع معايير منظمة الفاو (٤٠٠ ملجم/لتر).

– والملاحظ من نتائج قيمة الفوسفات التي تم رصدها في مياه المعالجة، قد تجاوزت معايير منظمة الفاو حيث نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث للمياه المعالجة هي (١ ملجم/لتر)، وهذا يدل على عدم نجاح عملية المعالجة البيولوجية، ماعدا حديقة القصر العائلي أذ بلغ (٠ ملجم/لتر)، ويرجع ذلك لكونها تروى بمياه محطات التحلية.

– أما نتائج البوتاسيوم، التي تم رصدها في المياه المعالجة، لم تتجاوز معايير منظمة الفاو(١٥ ملجم/لتر)، في كل من حديقة القصر العائلي (١,٧٣٣ ملجم/لتر)، حديقة السرور (١٠,٠٧ ملجم/لتر)، حديقة طيبة١ (١٠,٥٧١ ملجم/لتر)، حديقة مسجد الميرابي (١١,٦٨ ملجم/لتر)، حديقة الميرال (١٢،٢١ ملجم/لتر). لكنها تجاوزت المعايير في باقي الحدائق الأخرى.

– والملاحظ من النتائج أن قيم الصوديوم التي تم رصدها في المياه المعالجة، أنها لم تتجاوز المعايير المنصوص عليها في منظمة الفاو حيث نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث للمياه المعالجة هي (٩٠٠ ملجم/لتر)، وبالتالي فإنها لا تضر مرتادي الحدائق. وهذا يدل على قدرة المحطة في معالجة المياه من الصوديوم.

جدول (٥) القيم الإحصائية التي توضح الفروق بين خواص الكيميائية في المياه المستخدمة في ري حدائق مدينة جدة.

العناصر	أقل قيمة	أكبر قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة	معايير الفاو	مربع كأي	الدلالة
أيونات الأمونيا	٠	٦٤٠	٥٨،٩٠	١٩٢،٧٤	٣٠	–	٢٢	غير دالة
النترات	٠،٠٤٣٠	٤٨،٦٨	١٤،٥١	١٨،٦٧	٤٥	١١٠٠	١١٠	غير دالة
الكبريتات	٢٢،٩١	٧٠٨،٦	٢٨٠،٠٢	٢٢٧،١٨٤	٦٠٠	١٠٠٠	١١٠	غير دالة
كلوريد	٥٩،٧٨	٥٧٥،١	٣٤٣،٩٧	٢٠٦،١٢٦	٦٠٠	١١٠٠	١١٠	غير دالة
فلوريد	٠،٠٦١	٠،٦٢٨	٠،٢٦٨	٠،١٨٩	١	–	١١٠	غير دالة

أوضح الجدول (٥) والشكل (٦) ما يلي:

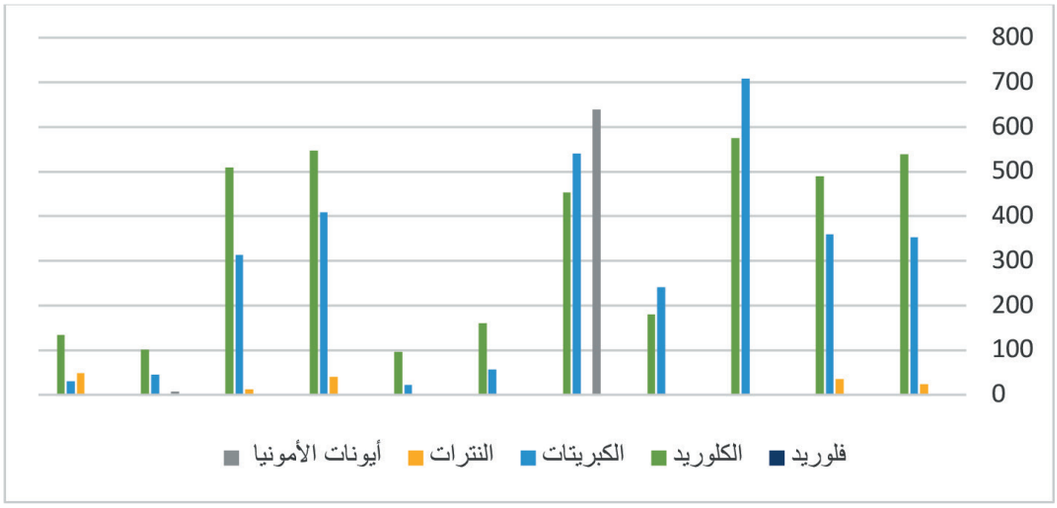
– وأوضحت نتائج أيونات الأمونيا التي تم رصدها في المياه المعالجة والمستخدمة لري حديقة الأغصان (٦٤٠ ملجم/لتر) وحديقة الميرال (٨ملجم/لتر)، قد تجاوزت معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة، حيث نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث للمياه المعالجة هي (٥ ملجم/لتر)، وبالتالي فإنها تسبب ضرر على الحدائق ومرتاديها، أما باقي الحدائق فلم تتجاوز المعايير، وبالتالي لن تسبب ضرر على الإنسان والنبات.

– والملاحظ من النتائج السابقة أن نسبة عنصر النترات، التي تم رصدها في المياه المعالجة لم تتجاوز معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة، حيث نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث للمياه المعالجة هي (٤٥ ملجم/لتر)، وبالتالي لن تسبب ضرر بالإنسان أو بالنبات، ما عدا حديقة طيبة١ فترتفع فيها النترات (٤٨,٦٨ ملجم/لتر)، وبالإضافة إلى الفوسفات (٧,٩٩ ملجم/لتر) ورغم انخفاض الأمونيا فيها (٠ ملجم/لتر)، إلا أن النترات والفوسفات من أسباب ظهور مستعمرات الطحالب. ولم تتجاوز جميع الحدائق معايير منظمة الفاو، أذ نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث للمياه المعالجة هي (١١٠٠ ملجم/لتر).

– والملاحظ من نتائج الكبريتات، التي تم رصدها في المياه المعالجة والمستخدمة لري حديقة تهامة (٧٠٨,٦٦ ملجم/لتر)،أنها قد تجاوزت معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة، حيث نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث للمياه المعالجة هي (٦٠٠ ملجم/لتر)، ولكنها لم تتجاوز معايير منظمة الفاو، التي نصت بان أقصى مستويات التلوث للمياه المعالجة (١٠٠٠ ملجم/لتر)، أما باقي الحدائق لم تتجاوز المعايير وبالتالي لن تضرر الحدائق.

– والملاحظ من النتائج أن قيم الكلوريد، التي تم رصدها في المياه المعالجة، أنها لم تتجاوز معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة، حيث نصت المعايير بأن لا تتجاوز المياه المعالجة عن (٦٠٠ ملجم/لتر)، ولم تتجاوز معايير منظمة الفاو حيث نصت المعايير بأن لا تتجاوز (١١٠٠ ملجم/لتر) وبالتالي تعتبر هذه القيم أقل بكثير من الحد الأعلى التي تم وضعها.

– والملاحظ من النتائج أن قيم الفلوريد التي تم رصدها في المياه المعالجة، لم تتجاوز المعايير المنصوص عليها في وزارة البيئة والمياه والزراعة، حيث نصت المعايير بأن أقصى مستويات التلوث للمياه المعالجة هي (١ ملجم/لتر)، وبالتالي تعتبر هذه القيم مقبولة.



شكل (٦) مجمل الخواص الكيميائية الغير عضوية في مياه ري المسطحات الخضراء بمدينة جدة.

- يتضح من نتائج خواص المياه المعالجة، والتي يعاد استخدامها لأغراض ري الحدائق، أن معظمها لا تتفق مع معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة، يوجد اختلافات في نوعية المياه المعالجة المستخدمة في ري الحدائق. وبناء على هذا النتائج نستنتج أن غير صالحة للري أو الاستخدام المباشر للإنسان. وأوضحت نتائج مربع كاي بأنها غير دالة إحصائية، مما يدل على عدم وجود تأثير للمكان على العناصر.

التوصيات:

- ضرورة تطبيق المعايير والاشتراطات البيئية المحددة من قبل الوزارة بشدة من خلال أخذ عينة من مياه المحطة بشكل دوري، وتحليلها لتأكد من جودتها وسلامتها وملائمتها لري.

- أن محطات المعالجة بمدينة جدة، حالياً غير مؤهلة للتخلص من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا ومن الكائنات الدقيقة، لذلك فإنه من المهم تطوير طرق المعالجة.

- التأكد من خلو المياه المعالجة من الكائنات الدقيقة، والمواد السامة والثقيلة قبل استخدامها في الري، كما يجب أخذ عينات تربة من الحدائق بشكل دوري، والتأكد من سلامها وعدم تلوث المياه الجوفية بالملوثات.

الخلاصة:

- ركزت هذه الدراسة على استخدام مياه المعالجة لري المسطحات الخضراء في مدينة جدة. من خلال دراسة الخواص الطبيعية والحيوية والكيميائية للمياه المعالجة المستخدمة في ري الحدائق، حيث تم اختيار الحدائق وفق معايير محدد. وتم أخذ العينات من خزانات الحدائق. ليتم رصد مدى ملائمة هذه المياه للمعايير التي وضعتها وزارة البيئة والمياه والزراعة ومنظمة الفاو.

- بعد دراسة مجمل الخواص الطبيعية والحيوية والكيميائية للمياه المستخدمة لري الحدائق بمدينة جدة، يتضح وجود تباين واضح ما بين خواص المياه من موقع معاينة لأخر، وقد يرجع ذلك لتباين مصادر المياه المستخدمة في الري، إضافة لتباين نوعية المعالجة ما بين المعالجة الثلاثية والثانوية، ونوع وطريقة نقل وخزن المياه قبل استخدامها في ري الحدائق، والتي قد تتسبب في ارتفاع قيم بعض الخواص الطبيعية للمياه. أذ ظهرت نتائج تضرر الحدائق .

المراجع

- **أبو عشي**، ماجد محمد علي (٢٠١١م). تاثير التصريف الأرضي لمياه الصرف الصحي على تلوث التربة و مياه الآبار و النباتات بوادي العرج بالطائف، رسالة دكتوراه غير منشورة،جدة: جامعة الملك عبد العزيز، كلية الارصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة قسم العلوم الزراعية .

- **أمانة محافظة جدة**، (٢٠١٥م). لائحة الاشتراطات الفنية لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في التشجير و ري المزروعات البلدية، جدة: أمانة محافظة جدة.

- **أمانة محافظة جدة**، ، (٢٠١٦م). جدة جغرافياً، جدة: أمانة محافظة جدة.

- **باعشن**، أريج علي محمد (٢٠٠٨م). تقييم تاثير مياه الصرف على تشكيل الغطاء النباتي شرق محافظة جدة، رسالة ماجستير غير منشوره، جدة: جامعة الملك عبد العزيز،كلية العلوم، قسم البيئة النباتية .

- **وزارة البيئة والمياه والزراعة**، (٢٠٠٦م). المديرية العامة للمياه بمنطقة مكة المكرمة، (بيانات غير منشورة)، مكة المكرمة : وزارة البيئة والمياه والزراعة.

- **تم تحليل المياه المعالجة في مختبر كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة**، (٢٠١٧م).

- **تم تحليل المياه المعالجة في مختبر مركز التميز البحثي في الدراسات البيئية**، (٢٠١٧م).

- **تم الحصول على خرائط الأساس من أمانة جدة**، (٢٠١٥م).

***Alberta environment.** (2000). Guidelines for Municipal Wastewater Irrigation , Alberta: Alberta environment

***AL Farawati,** R.K., AL-Maradni, A., Basaham, A., and EL-Sayed, M. (2008). Reclaimed municipal waster used for the irrigation of green areas in Jeddah, King Abdulaziz University. Faculty of Marine Science, Jeddah, Vol 19, PP. 121-146.

* **FAO** (1992). Wastewater treatment and use in agriculture, THE UNITED NATIONS: FAO.

* **Kajenthira,** A., Siddiqi, A., and Anadon, L. (2012). A new case for promoting wastewater reuse in Saudi Arabia: Bringing energy into the water equation: Science Direct Journal of Environmental Management journal (102): PP 184-192.

* **Khichar,** M. (2014). Assessment of quality parameters of industrial effluent from Khetri copper complex (Jhunjhunu, Rajasthan, India) International Journal of Chemical Studies. Vol. 2, No. 3, PP. 43-46.