مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية
المجلد (10)، العدد (2) (ديسمبر-2024)

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

DOI: https://doi.org/10.59743/jmset.v10i2.217

الحمل العضوي من مخارج للصرف الصحي على طول امتداد ساحل مدينة طرابلس

عبد الرحمن عثمان العطا[1] و محمد سالم حمودة[2، *]

[1] قسم الموارد المائية، مدرسة العلوم الأساسية، الأكاديمية الليبية، جنزور، ليبيا.

[2] الهيئة الليبية للبحث العلمي، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، طرابلس، ليبيا.

*البريد الإلكتروني: mshamouda@yahoo.com

Organic Load Input from the Sewage Outfalls along Tripoli Coast

Abdel Rahman El Ata[1] and Mohamed S. Hamouda[2, *]

[1] Department of Water Resources, School of Basic Sciences, The Libyan Academy, Janzour, Libya.

[2] Libyan Authority for Scientific Research, Ministry of Higher Education and Scientific Research, Tripoli, Libya.

Received: 17 November 2024; Revised: 12 December 2024; Accepted: 25 December 2024.

الملخص

خلصت الدراسة التي أجريت على عينات فصلية (صيف وشتاء) من مخارج الصرف الصحي لعدد خمس محطات تمتد على طول خط ساحل مدينة طرابلس (بلديات طرابلس الكبرى الساحلية)، إلا أن مياه الصرف الصحي تحتوي على مستويات عالية لجميع المعاملات الدالة على التلوث التي تم قياسها. أظهرت النتائج المتحصل عليها وجود إغناء كبير (Massive Enrichments) بالمواد العضوية، وأظهرت أيضاً إطراء غذائيا (Eutrophication) بالمواد المغذية، سّجلت القياسات قيم منخفضة جداً للأكسجين المذاب بتركيز 0.14 مجم/لتر عند مخرج جزيرة إسبان بتاجوراء. وأعلى قيمة تركيز للأكسجين المذاب كانت عند مخرج سيدي عبد الجليل بجنزور 4.18 مجم/لتر للفصل الصيف. كانت قيم الأس الهيدروجيني ودرجة حرارة مياه الصرف الصحي ضمن حدود الطبيعية خلافاً لجميع المعاملات الأخرى المستهدفة بالدراسة. تراوحت قيم الأس الهيدروجيني ما بين 6.98 و8.20 ودرجات الحرارة بين °19.20 و°22.10 في فصل الشتاء، وبين °27.80 و°28.6 لفصل الصيف. أظهرت النتائج اختلاف في قيم BOD وCOD بين المناطق حيث بلغت أدنى قيمة لطلب الاكسجين الحيوي 51.00 مجم/لتر في فصل الصيف عند مخرج محطة حي الأندلس، وأعلى قيمة كانت 161.70 مجم/لتر في فصل الصيف عند مخرج جزيرة إسبان، أما بالنسبة لقيم اطلب الأكسجين الكيميائي فتراوحت ما بين 206.70 – 9221.70 مجم/لتر عند فائض محطة حي الأندلس وجزيرة إسبان لفصل الصيف والشتاء على التوالي. وكانت نتائج المواد العالقة الكلية (TSS) تتراوح بين 39.00 – 252.30 مجم/لتر، أما بالنسبة إلى المغذيات فقد تراوح تركيز النيتروجين الكلي (TN) بين القيم الأعلى والأدنى المسجلة بمخرج السياحية – السراج بمقدار 62.30 –33.30 مجم/لتر لموسم الصيف والشتاء على التوالي، وتركيز الفسفور الكلي (TP) بين القيمة الأدنى 6.30 مجم/لتر وسجلت في فصل الصيف، والقيمة الأعلى 31.70 مجم/لتر سجلت في فصل الشتاء. ومن هنا أمكن القول إن تركيز التلوث في مياه الصرف الصحي لفصل الشتاء أعلى بكثير من تركيز التلوث في فصل الصيف. وبلغت كمية الحمل العضوي من هذه مخلفات 10 طن/يوم في فصل الصيف و19 طن/يوم في فصل الشتاء، وكلها تجاوزت الحدود الاسترشادية المشار إليها في خطة عمل البحر المتوسط لاتفاقية برشلونة التي تعتبر أي نقطة تستقبل 10 طن يومياً من المواد العضوية في شكل BOD هي نقطة تلوث ساخنة (Hot-Spot) تستوجب سرعة تدخل الدولة. كما بينت النتائج المتحصل عليها أن مياه الصرف الصحي والتي تصرف على ساحل مدينة طرابلس لا تخضع لعمليات المعالجة حتى المعالجة التمهيدية (الأولية).

الكلمات الدالة: صرف صحي، حمل عضوي، تلوث بحري، طرابلس، ليبيا.

Abstract

The study, which was conducted on seasonal samples (summer and winter), has concluded from sewage outfalls for five stations that located along the coast of the city of Tripoli, that wastewater contains high levels of all

مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية
المجلد (10)، العدد (2) (ديسمبر-2024)
العطا وحمودة، 2024
ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

indicating pollution that showed (Massive Enrichments) with organic materials, and also showed (Eutrophication) with nutrients, where the measurements recorded very low dissolved oxygen with a concentration of 0.14 mg/L at the SPAN outfall in TAJOURA, and the highest value of the dissolved oxygen was at the outfall of SIDI ABDEL-JALIL with 4.18 mg/L for the same season (Summer), the values of the pH and the temperature of the wastewater came within the limitations of Libyan standard specifications, contrary to all other parameter targeted in the study, where the values of the pH ranged between 6.98 and 8.20 pH units, and temperatures between 19.20° and 22.10° in the winter, Between 27.80° and 28.6° in the summer, the results showed a difference in the BOD and COD values between the regions, where the lowest value of the biological oxygen demand is 51.00 mg/L in the summer at the outfall of HAI AL-ANDALUS station, and the highest value was 161.70 mg/L in the summer at the outfall of SPAN. As for the values of chemical oxygen demand, it ranged between 206.70 – 9221.70 mg/L at the overflow of HAI AL-ANDALUS station and SPAN for the summer and winter seasons, respectively. The results of the analysis of total suspended solid (TSS) were ranged between 39.00 - 252.30 mg/L. As for the nutrients, the total nitrogen concentration (TN) ranged between the highest and lowest values recorded at the outfall of ALSEYAHIA – AL-SARRAJ by 62.30 – 7833.30 mg/L for the summer and winter seasons, respectively, and the total phosphorus concentration (TP) Between the lowest value of 6.30 mg/L recorded in the summer, and the highest value of 31.70 mg/L recorded in the winter. It has been found that he results of all pollutants determined were higher in wither season than in summer. On the other hand, the study estimated that more than 141,000 m^3 of wastewater is discharged daily into the coastal area of the city of Tripoli. The amount of organic load was found to be 10 tons /day for the summer season and 19 tons / day for winter. These values were equal to/or exceeding the guidelines values set by MAP of the Barcelona Convention. The guidelines value define that any point receives 10 tons of organic load in term of BOD per day is considered a HOT SPOT, which a polluted place that need a speedy state intervention. The obtained results also indicated that the wastewater discharged into the coastal area of the city of Tripoli was not subject to ant treatment even primary treatment processes.

Keywords: *Organic Load, Sewage Outfalls, Marine pollution, Tripoli, Libya.*

1. المقدمة

لطالما عاش الإنسان منذ القدم بالقرب من المسطحات المائية وازدهرت الحضارات وتطورت الصناعات وتوسعت المجتمعات السكانية حيث اصبحت المدن الساحلية مركز استقطاب للسكان وانشطتهم الحياتية، مما أدى إلى تولد كميات هائلة من المخلفات السائلة في مساحة صغيرة نسبياً تصعب على البيئة البرية استيعابها، ونظراً لمحدودية البدائل الخاصة بالتخلص الامن من المخلفات والميل الطبيعي لسطح الأرض نحو البحر، كل ذلك ساعد في التوجه نحو تصريف المخلفات السائلة نحو الشواطئ كونها أقل الخيارات المتاحة تكلفة. عالمياً بدأت بوادر المشاكل البيئية للبيئة البحرية جلية للعيان من جراء تصريف المياه العادمة الناتجة من الأنشطة البشرية بها حيث أثبتت الدراسات أن حوالي 80% من المياه العادمة تصرف في الأنهار والبحار دون معالجة (WHO & UNICEF, 2015)، وعلى المستوى الإقليمي فإن 85% من مياه الصرف الصحي للمدن المطلة على حوض البحر الأبيض المتوسط تصرف مخلفاتها دون معالجة كافية به (عبد الجواد، عبد الوهاب، 1991)، أما على المستوى المحلي فتقدر الاحصاءات فإن حجم مياه الصرف الصحي التي تصرف في البحر دون معالجة تقدر بحوالي 91% من إجمالي مياه الصرف الصحي المتولدة (الهيئة العامة للمعلومات، 2012)، وعلى مستوى بلدية طرابلس تزيد نسبة ما يتم تصريفه في البحر دون معالجة عن 92% من مياه الصرف الصحي، وأن معظم محطات المعالجة في حالة فنية سيئة من النواحي الميكانيكية والإنشائية (بلدية طرابلس المركز وآخرون، 2017). هذه العوامل ساهمت بشكل كبير في أن المشكلة ازدادت تفاقماً خاصة كلما صغر المقياس الجغرافي باتجاه منطقة الدراسة، حيث أن العاصمة طرابلس تعد أعلى المدن كثافة سكانية وذات أهمية اقتصادية في البلاد إذ تعتمد بشكل أساسي على موقعها كمدينة ساحلية. كما أن ساحل مدينة طرابلس به ما يزيد عن 42 مخرج صرف صحي و/أو مياه أمطار يتم تصريفها

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

بشكل مباشر الآن وعلى طول امتداد شاطئ مدينة طرابلس، بحسب قائمة تم الاطلاع عليها بمقر شركة المياه والصرف الصحي – بالهيئة العامة للمياه، بعض تلك الخطوط هي خطوط تصريف مياه الأمطار، وفي كثير من الأحيان رُبطت بمخلفات صرف صحي و/أو صناعي بها من قبل مواطنين بشكل غير قانوني، والبعض الآخر منها عبارة عن خطوط رئيسية لتصريف مياه الصرف الصحي الغير معالجة مباشرة إلى البحر تقدر بـــ 1,275,312 م^3/يوم، وقد وردت تقارير عن تلوث في عدد من الشواطئ على طول الساحل الليبي وخاصة ساحل طرابلس حيث أعلنت البلديات المطلة على شاطئ طرابلس عدم صلاحية مياه شواطئها للسباحة وصناعة الثلج في عدد من البيانات التحذيرية للمواطنين (بلدية طرابلس المركز وآخرون، 2017، بلدية طرابلس المركز، 2019).

إن عملية تصريف المخلفات السائلة في المسطحات المائية تحكمها ضوابط وتشريعات واشتراطات بيئية عالمية (القانون الدولي للبحار) لسنة 1982، وإقليمية (خطة عمل البحر الأبيض المتوسط – اتفاقية برشلونة) لسنة 1976، ووطنية تتمثل في (القانون رقم 15 في شأن حماية وتحسين البيئة) لسنة 1982 و2003، ونظراً لكون حوض البحر الأبيض المتوسط من البحار المغلقة إذ لا تتجدد مياهه إلا مرة واحدة كل 75–80 سنة يضعنا تحت ضغط مسؤولية المحافظة عليه من التلوث، إذ يعيش حوالي 100 مليون نسمة على سواحله يتوزعون على مئة وعشرون مدينة ساحلية لثمانية عشر دولة من ثلاث قارات تقذف جميعها بمخلفات الصرف الصحي والصناعي المعالجة والغير معالجة جزئياً أو كلياً في حوض المتوسط الذي تبلغ مساحته 2.5 مليون كم^2، زد على ذلك الأودية والأنهار الكبرى التي تصب في حوض المتوسط والتي تجلب معها كميات كبيرة من المخلفات الزراعية والصناعية والمنزلية مما يؤدي إلى زيادة التلوث كماً ونوعاً (العماري وآخرون، 2018؛ بريرة وآخرون، 2016؛ تنتوش والصغير، 2014).

وأشارت عدد من التقارير إلى التغير الملحوظ في لون ورائحة مياه البحر وازدياد الملوثات الطافية وتلوث مياه البحر بالمجموعة القولونية الغائطية وبلوغ التلوث الميكروبي اعلى مستوياته في المياه القريبة من مخارج الصرف الصحي (Alrwab & Al-Ghazali, 2022؛ العماري وآخرون، 2018؛ قويدر، 2007؛ سعيد وآخرون، 2015)، كلها دلائل تشير إلى وجود تلوث من جراء مخارج الصرف الصحي المنتشرة على طول ساحل مدينة طرابلس.

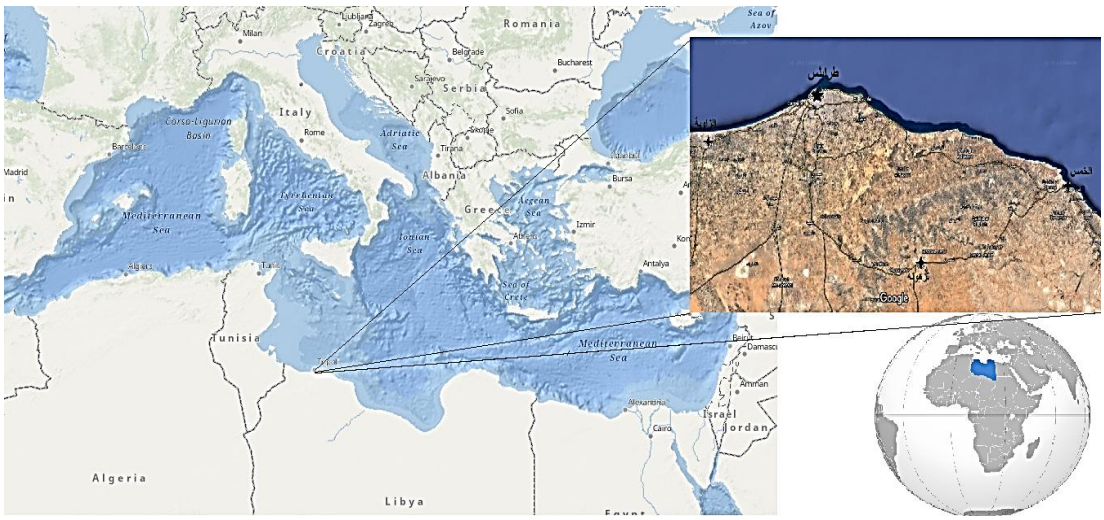
لذا تهدف هذه الدراسة إلى حساب مدخلات الحمل العضوي الناجم عن تصريف مياه الصرف الصحي بالبيئة البحرية لمدينة طرابلس من خلال إجراء عدد من التحاليل لمؤشرات التلوث لعدد 5 من مخارج للصرف الصحي موزعة على ساحل المدينة، مباشرة قبل اختلاطها بمياه البحر وعلى فترتين موسميتين (صيف/شتاء) وبالأخذ بعين الاعتبار عدد السكان وكميات مياه الصرف الصحي، سيتم حساب قيمة الحمل وشدة التلوث العضوي في صورة طلب الأكسجين الحيوي طن/ يوم ومقارنة النتائج مع الحدود والمواصفات الوطنية والإقليمية والدولية وتحديد النقاط الساخنة؟

2. المواد وطرق البحث

1.2. منطقة الدراسة

تم اختيار هذه المنطقة نظراً لما تمثله سلامة بيئتها البحرية من أهمية اقتصادية وسياحية للمجتمع المحلي ورغبة في أن تساهم هذه الدراسة في وضع الحلول المناسبة للحد من تلوث الشواطئ. حيث أجريت الدراسة في الفترة بين عامي 2021–2022. وتم جمع عينات من مياه الصرف الصحي بالمخارج (شكل 1).

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966



شكل 1. الحدود المكانية لمنطقة الدراسة

2.2. تقدير كميات المخلفات السائلة التي تصرف بالشواطئ

إن المخلفات السائلة التي تصرف على طول ساحل مدينة طرابلس من مياه الصرف الصحي ومياه الصرف الصناعي ومياه الأمطار تدخل إلى البيئة البحرية دون إجراء أي قياسات تحدد كميات هذه المياه، حيث لا تتوفر عدادات أو نقاط رصد لحساب كميات التدفق لهذه المياه، وفي الغالب هي عبارة عن مضخات رفع أو ضخ تعمل لفترات زمنية متفاوتة دون تسجيل بيانات عن مدة التشغيل و/أو كميات التدفق. هناك تباين كبير في بيانات العديد من التقارير والدراسات السابقة في تقدير كميات التدفق من مخارج الصرف الصحي بساحل مدينة طرابلس، من جهة أخرى فإن البيانات التقديرية لكميات التدفق من بعض مخارج الصرف الصحي والتي تم الحصول من الشركة العامة للمياه والصرف الصحي ليست مبنية على قراءات أو قياسات فعلية، وإنما هي تقديرات من أشخاص ذو خبرة في هذا المجال كما أفاد المصدر، كما أنه لم يُحدد الفترة الزمنية لهذه التقديرات والتي يرى بأنها قد تكون بعيدة عن الواقع الحالي لكميات التدفق الفعلية، خصوصاً مع زيادة الملحوظة في الكثافة السكانية لمنطقة الدراسة في السنوات الاخيرة.

من هذا المنطلق اعتمدت الدراسة في تقدير كميات مخلفات الصرف الصحي على بيانات التعداد السكاني ونصيب استهلاك الفرد من المياه ونسبة السكان المخدومين من الشبكة العامة للصرف الصحي، وحيث أن مخلفات الصرف الصحي تمثل ما نسبته 80% من كمية المياه المتولدة (UNESCO, 2017) عليه فقد تم حساب كمية مياه الصرف الصحي المولدة بالمعادلات التالية:

كمية المياه المستهلكة = عدد السكان × نصيب الفرد من المياه ..... (1)

كمية مياه الصرف الصحي المولدة = كمية المياه المستهلكة × 80% × 44.74% ..... (2)

حيث أن:

80%: نسبة مياه الصرف الصحي من إجمالي المياه المستهلكة (UNESCO, 2017)

44.74%: نسبة المخدومين من الشبكة العامة للصرف الصحي من إجمالي عدد السكان (الهيئة العامة للمعلومات، 2012)

نصيب الفرد من المياه (غير شامل الفاقد): 292.14 لتر/فرد/يوم (الهيئة العامة للمعلومات، 2012)

عدد سكان (مدينة طرابلس): 1,348,650 نسمة (الهيئة العامة للمعلومات، 2012)

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

3.2. مخارج الصرف الصحي

تضاربت أعداد مخارج مياه الأمطار و/أو مياه الصرف الصحي بشواطئ مدينة طرابلس من دراسة إلى أخرى، إلا أن الدارسة الحالية تمكنت من إجراء حصر لعدد 45 مخرج لمياه الصرف الصحي و/أو مياه الامطار بناءً على البيانات والمعلومات والخرائط التي توفرت بالدراسة. وحيث أن حوالي 50% من المخارج التي تم حصرها مصنفة على أنها مخارج مياه أمطار، ولكن ليس بالضرورة أن تكون كذلك، ففي أغلب الأحيان تم ربطها من قبل مواطنين بصورة غير شرعية بمياه صرف صحي و/أو صناعي، وبالنظر إلى أن 35% من نسبة مخارج الصرف الصحي يتم تصريفها مباشرة على خط الشاطئ، حيث تمثل هذه النسبة مخارج الصرف الصحي المستهدفة في الدراسة ومع مراعاة التوزيع الجغرافي لتلك المخارج فقد تم اختيار عدد خمسة مخارج صرف صحي (شكل 2) لإجراء الاختبارات وأخذ العينات منها، وهي:

- مخرج جزيرة إسبان، تاجوراء
- مخرج نهاية طريق 20 رمضان (11 يوليو سابقاً)
- مخرج فائض محطة حي الأندلس
- مخرج السياحية، السراج
- مخرج سيدي عبد الجليل، جنزور

وقد تراوحت المسافة المباشرة بين المخارج المستهدفة بين 530–960 متراً.

شكل 2. مواقع المخارج التي تم دراستها

4.2. جمع العينات

نسبة إلى أن جميع المخارج المستهدفة بالدراسة ذات تدفق مستمر وبسرعات متفاوتة، فقد تم في بادئ الأمر تجميع كمية من مياه الصرف الصحي عند نهاية المخرج وقبيل اختلاطها بمياه البحر بدلو مصنوع من البلاستيك لإجراء الاختبارات الحقلية على العينة (قياس درجة الحرارة، قياس الأس الهيدروجيني، قياس الأكسجين المذاب)، تم تدوين متوسط القراءات للعينة بعد تكرار عملية

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

القياس. ثم تم ملئ قناني من الزجاج المعتم بني اللون سعة 500 مللتر ضيقة الفتحة ومحكمة السد، حيث تم شطف القناني بالعينة أولاً ومن ثم ملئها بهدوء وبشكل انسيابي مع عدم السماح لحدوث فقاعات هوائية داخل القنينة، وجمعت القناني الزجاجية بعد تدوين بيانات المخرج عليها داخل حافظة مليئة بالثلج محكمة السد لا تسمح بمرور الضوء، وتم نقلها إلى المعمل مباشرة لإجراء اختبار طلب الأكسجين الحيوي (BOD). كما تم ملئ قناني من البلاستك سعة 500 مللتر محكمة السد حيث تم شطفها بالعينة أولاً ثم ملئها وحفظها بنفس الطريقة السابقة بعد تدوين بيانات المخرج عليها ليتم نقلها إلى المعمل لإجراء اختبارات (الطلب الكيميائي على الأكسجين، المواد العالقة الكلية، النيتروجين الكلي، الفوسفور الكلي). كل المعاملات تم قياسها وفقا لما جاء في ASTM (1990) وAPHA (2005).

3. النتائج والمناقشة

نتائج التحاليل المعملية للعينات والقياسات الحقلية ونتائج بعض المعادلات الرياضية التي تم استخدامها لتحقيق أهداف الدراسة ومناقشة نتائجها كانت كالتالي:

1.3. نسبة السكان المخدومين بشبكة الصرف الصحي بمنطقة الدراسة

من خلال البيانات المتحصل عليها لتعداد السكان بمنطقة الدارسة ونسبة السكان اللذين يتمتعون بخدمات الشبكة العامة للصرف الصحي بمنطقة الدراسة، فإن عدد السكان الذين يتمتعون بخدمات الشبكة العامة للصرف الصحي بمنطقة الدراسة يصل إلى 603,386 نسمة، أما كمية مياه الصرف الصحي التي تصرف إلى البحر فهي 51,471,935 م^3/سنة (الجدول 2).

جدول 1. بيانات عدد السكان وكميات التصريف بمنطقة الدراسة

عدد سكان منطقة الدراسة (نسمة)	نسبة المخدومين من الشبكة (%)	عدد السكان المخدومين من الشبكة (نسمة)	نصيب الفرد من استهلاك المياه (م^3/يوم)	نسبة مياه الصرف الصحي من المياه المستهلكة (%)	كمية مياه الصرف الصحي المولدة (م^3/يوم)
1,348,650	%44.74	603,386	0.29214	%80	141,019

2.3. درجة الحرارة

الجدول (2) يبين القياسات الحقلية لدرجة حرارة مياه الصرف الصحي قبل دخولها البحر، حيث تراوحت عند المخارج بين 19.20 و22.00 °م في فصل الشتاء، و27.60 إلى 28.60 °م في فصل الصيف.

جدول 2. نتائج درجة حرارة خلال فصلي الصيف والشتاء للمخارج الصرف الصحي

المخـــرج	نتائج فصل الصيف (°C)	نتائج فصل الشتاء (°C)
مخرج جزيرة إسبان	28.60	19.20
مخرج نهاية طريق 20 رمضان	27.80	21.00
مخرج فائض محطة حي الاندلس	28.30	22.00
مخرج السياحية—السراج	27.80	22.10
مخرج سيدي عبد الجليل	27.60	20.00

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

3.3. الأس الهيدروجيني

يتبين من الجدول (3) أن قيم الأس الهيدروجيني عند المخارج وجود اختلاف طفيف في قيم pH عند نفس المخرج خلال الفصلين، حيث تم تسجيل أقل قيمة عند مخرج جزيرة إسبان 6.98 pH في فصل الشتاء وأعلى قيمة كانت عند مخرج سيدي عبد الجليل 8.20 pH في فصل الصيف.

جدول 3. قيم الأس الهيدروجيني pH لفصلي الصيف والشتاء لمخارج الصرف الصحي

المخـــرج	العينة الصيفية (pH)	العينة الشتوية (pH)
مخرج جزيرة إسبان	7.36	6.98
مخرج نهاية طريق 20 رمضان	7.73	7.88
مخرج فائض محطة حي الاندلس	7.88	7.80
مخرج السياحية – السراج	7.75	7.91
مخرج سيدي عبد الجليل	8.20	8.00

4.3. الأكسجين المذاب

من خلال الجدول (4) يتبين من تركيز الأكسجين الذائب (DO) في مياه مخارج الصرف الصحي وجود تباين في القيم بفصل الصيف حيث تم تسجيل أعلى قيمة للأكسجين المذاب عند مخرج سيدي عبد الجليل 4.18 مجم/لتر وأقل قيمة عن مخرج جزيرة إسبان 0.14 مجم/لتر، في حين أن قراءات فصل الشتاء تراوحت بين 1.00–1.60 مجم/لتر.

جدول 4. نتائج الأكسجين المذاب (DO) لفصلي الصيف والشتاء بمخارج الصرف الصحي

المخـــرج	العينة الصيفية (مجم/لتر)	العينة الشتوية (مجم/لتر)
مخرج جزيرة إسبان	0.14	1.40
مخرج نهاية طريق 20 رمضان	0.27	1.60
مخرج فائض محطة حي الاندلس	2.30	1.00
مخرج السياحية – السراج	0.37	1.20
مخرج سيدي عبد الجليل	4.18	1.60

5.3. طلب الأكسجين الحيوي

من خلال الجدول (5) تظهر النتائج وجود تباين واضح بين فصلي الصيف والشتاء في نتائج طلب الأكسجين الحيوي (BOD_5) إذ كانت جميع نتائج التحليل لفصل الشتاء أعلى من نتائج فصل الصيف حيث وتراوحت النتائج في فصل الصيف بين (51.00 –99.30) مجم/لتر. تراوحت القيم لفصل الشتاء بين (111.00–161.70) مجم/لتر.

جدول 5. نتائج طلب الأكسجين الحيوي (BOD_5) لفصلي الصيف والشتاء

المخـــرج	العينة الصيفية (مجم/لتر)	العينة الشتوية (مجم/لتر)
مخرج جزيرة إسبان	96.70	161.70
مخرج نهاية طريق 20 رمضان	99.30	111.00
مخرج فائض محطة حي الاندلس	51.00	122.30
مخرج السياحية – السراج	54.30	142.30
مخرج سيدي عبد الجليل	54.30	131.00

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

6.3. طلب الأكسجين الكيميائي

من خلال نتائج تحليل العينات لمياه مخارج الصرف الصحي المستهدفة بالدراسة معملياً فإن نتائج الطلب على الأكسجين الكيميائي (COD) للعينات موضحة بالجدول (6)، وتماشياً مع نتائج (BOD_5) كانت نتائج تحليل الطلب على الأكسجين الكيميائي (COD) لفصل الشتاء أعلى من قيمة فصل الصيف، حيث تراوحت قيمة (COD) لفصل الصيف بين 206.70 – 4,226.70 مجم/لتر، في حين تراوحت في فصل الشتاء بين 6,759.30 – 9,221.70 مجم/لتر، وكان التباين كبيراً لنفس المخرج باختلاف المواسم.

جدول 6. قيم طلب الأكسجين الحيوي (COD) لفصلي الصيف والشتاء

المخـــرج	الصيف (مجم/لتر)	الشتاء (مجم/لتر)
مخرج جزيرة إسبان	4,226.70	9,221.70
مخرج نهاية طريق 20 رمضان	723.30	6,759.30
مخرج فائض محطة حي الاندلس	206.70	8,046.30
مخرج السياحية – السراج	1,446.70	8,925.30
مخرج سيدي عبد الجليل	458.30	8,617.70

7.3. المواد العالقة الكلية

الجدول (7) يظهر نتائج المواد العالقة الكلية (TSS) لكل مخرج مياه صرف صحي بمنطقة الدراسة. يتبن من خلال النتائج وجود اختلاف في تركيز المواد العالقة الكلية في الفصلين بجميع المخارج. سجلت أقل قيمة 39 مجم/لتر في فصل الشتاء، وأعلى قيمة كانت 252.30 مجم/لتر عند مخرج جزيرة إسبان لنفس الفصل.

جدول 7. نتائج تحليل المواد العالقة الكلية (TSS) لفصل الصيف والشتاء

المخـــرج	العينات الصيفية (مجم/لتر)	العينات الشتوية (مجم/لتر)
مخرج جزيرة إسبان	140.70	252.30
مخرج نهاية طريق 20 رمضان	212.30	39.00
مخرج فائض محطة حي الاندلس	142.30	102.30
مخرج السياحية – السراج	135.00	226.70
مخرج سيدي عبد الجليل	82.00	94.70

8.3. الفوسفور الكلي

نتائج الفوسفور الكلي (TP) لمخارج الصرف الصحي كانت كما هو موضح بالجدول (8) مرتفعة خاصة في العينات الشتوية مقارنة بالعينة الصيفية، وسجلت أدنى قيمة عند مخرج السراج – السياحية 6.30 مجم/لتر، وأعلى قيمة عند نفس المخرج ومخرج سيدي عبد الجليل بقيمة 31.70 مجم/لتر لكل منهما سجلت لفصل الشتاء.

جدول 8. نتائج تحليل الفسفور الكلي (TP) لفصل الصيف والشتاء

المخـــرج	العينات الصيفية (مجم/لتر)	العينات الشتوية (مجم/لتر)
مخرج جزيرة إسبان	17.00	28.70
مخرج نهاية طريق 20 رمضان	10.20	25.00
مخرج فائض محطة حي الاندلس	7.30	27.70
مخرج السياحية – السراج	6.30	31.70
مخرج سيدي عبد الجليل	6.50	31.70

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

9.3. النيتروجين الكلي

من خلال تحليل العينات معملياً لمخارج الصرف الصحي المستهدفة بالدراسة كانت نتائج تحليل النيتروجين الكلي (TN) في عينة مياه المخارج كما هو موضح بالجدول (9)، وكما حال الفسفور الكلي فقد كانت قيمة النيتروجين الكلي لفصل الشتاء أكبر مما هو عليه في فصل الصيف، حيث تراوحت بين 0.062 مجم/لتر عند مخرج السراج–السياحية، 0.19 مجم/لتر عند مخرج جزيرة إسبان لفصل الصيف، و0.66 مجم/لتر لمخرج نهاية طريق 20 رمضان و7.83 مجم/لتر لمخرج السراج–السياحية في فصل الشتاء.

جدول 9. نتائج تحليل النيتروجين الكلي (TN) لفصل الصيف والشتاء

المخـــرج	العينة الصيفية (مجم/لتر)	العينة الشتوية (مجم/لتر)
مخرج جزيرة إسبان	0.19	3.98
مخرج نهاية طريق 20 رمضان	0.15	0.66
مخرج فائض محطة حي الاندلس	0.14	1.53
مخرج السياحية – السراج	0.062	7.83
مخرج سيدي عبد الجليل	0.112	7.50

4. مناقشة النتائج

إن اختلاف درجة حرارة مياه الصرف الصحي بين الفصول يعد امرا طبيعيا له دلالات وانعكاسات على بعض الخواص الفيزيائية والبيولوجية والتي بدورها قد يكون لها أثر على بعض الخصائص الكيميائية بمياه الصرف الصحي، فكلما زادت درجت حرارة المياه قل تركيز الأكسجين المذاب بها، وكذلك عدد الكائنات الحية الدقيقة لحاجتها إلى الأكسجين ومن ثمة معدل هضم وتكسير المركبات العضوية القابلة للتحلل حيويا بمياه الصرف الصحي، ومن ناحية أخري فإن البكتيريا تكون أكثر نشاطاً عند درجات حرارة تتراوح ما بين 20 –30 درجة مئوية. معظم درجات الحرارة المسجلة ملائمة والاختلاف والتقارب في النتائج بين المخارج لنفس الموسم يعد أمراً طبيعياً، ويمكن القول أن جميع قراءات درجة الحرارة لمياه الصرف الصحي عند المخارج كانت ضمن حدود المواصفات القياسية الليبية (م ق ل 2013:769، وزارة التخطيط، 2013) والتي تشترط 30 درجة مئوية كحد أعلى مسموح به للتصريف في البيئة البحرية، من جهة أخرى فإن بعض المواصفات تشترط ألا تزيد درجة حرارة مياه الصرف الصحي عند المخرج عن +5° درجة مئوية عن الوسط المائي التي تصرف فيه (Statutory Instruments supplement 2020; The Environment Protection Act, 1986).

من ناحية أخرى فقد أظهرت قياسات الأس الهيدروجيني نتائج قلوية (6.98–8.2) وهي قيم تعكس طبيعة مياه الصرف الصحي وربما نتيجة تداخل مياه البحر وأيضا احتواء مياه الصرف الصحي على خليط معقد من المنظفات، والمواد المختلفة. ومن المعروف أن مياه الصرف الصحي قاعدية ويرجع السبب في ذلك لاحتوائها على المنظفات، من جهة أخرى فإن المواصفات القياسية الليبية تشترط بألا تقل قيمة الأس الهيدروجيني عن 6 ولا تزيد عن 8.5.

ورغم تدني نسب الأكسجين المذاب في جميع عينات مياه الصرف الصحي عند المخارج المستهدفة، إلا أن قراءات الأكسجين المذاب عند مخرج سيدي عبد الجليل كانت الأفضل في الموسمين عن باقي المخارج نظير كل موسم (4.18 و 1.60) مجم/لتر صيفاً وشتاءً على التوالي، يرجع السبب في ذلك إلى مصدر تلك المياه والتي يرجح أنها تحظى بمعالجة أولية أفضل من مثيلاتها، من جهة أخرى لم تذكر المواصفات القياسية الليبية أي قيمة للحد الأدنى من الأكسجين المذاب الذي يجب أن يتوفر في

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

مياه الصرف الصحي التي تصرف في البيئة البحرية، إلا أن وفرة الأكسجين المذاب دليل على جودة المياه حيث سجلت دراسات سابقة وفرة في نسب الأكسجين في مياه البحر لمنطقة الدراسة (بن طالب وآخرون، 1987؛ مختار وآخرون، 1982).

وبالنظر إلى نتائج تحليل تلوث مياه المخارج بالمواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي BOD_5 والتي أظهرت قيم أعلى في فصل الشتاء منه في فصل الصيف لجميع العينات ، وقد يرجع السبب في هذا إلى ارتفاع درجة الحرارة في فصل الصيف والذي ساهم في زيادة نشاط البكتيريا للقيام بعملية هضم المواد العضوية بكفاءة أعلى من ما هو عليه في فصل الشتاء، وتدعم هذه الفرضية وفرة المغذيات الفسفور الكلي والنيتروجين الكلي في الشتاء، حيث بلغت متوسط نتائج TN أكثر من 40 ضعف عما هو في فصل الصيف وقرابة 4 أضعاف ذلك بالنسبة للفسفور الكلي TP، وهذا يشير إلى استهلاك أكبر للمغذيات في فصل الصيف من جراء عملية هضم المواد العضوية التي تقوم بها الكائنات الحية الدقيقة. وحددت المواصفات القياسية الليبية (م ق ل 2013:769) متوسط قراءات الطلب على الأكسجين الحيوي المسموح بتصريفها بالبيئة البحرية بمقدار 10 مجم/لتر في متوسط 90% من العينات. من ناحية أخرى فإن نتائج تحليل طلب الأكسجين الكيميائي أظهرت أن متوسط قيمته كانت أكبر من قيمة BOD_5 بـــ 40 ضعف، حيث تراوحت قيم COD في عينات مخارج الصرف الصحي بين (206.70 و9221.70) مجم/لتر. أما فيما يخص المواد العالقة الكلية فقد كان من الواضح عند أخذ العينات أن مياه مخرج نهاية طريق 20 رمضان هي الأكثر تلوثاً بالمواد العالقة عن باقي المخارج في العينة الصيفية، إلا إنها كانت الأقل تلوثاً بالمواد العالقة في العينات الشتوية، ويرجح السبب إلى ارتفاع مستوى المد عن منسوب مياه الصرف الصحي عند المخرج في فصل الشتاء واختلاط مياه البحر مع مياه الصرف الصحي داخل أنبوب التصريف. وكانت جميع النتائج خارج حدود المواصفات (39.0 – 212.30) مجم/لتر حيث وضعت المواصفات القياسية الليبية حدود للمواد العالقة في مياه الصرف الصحي عند 10 مجم/لتر لمتوسط القراءات في 90% من العينات المحللة.

وأظهرت نتائج تحليل عينات مخارج الصرف الصحي إثراء كبير بالمواد المغذية حيث تراوحت معدلات الفسفور الكلي بين (6.30 و31.70) مجم/لتر، وبالنظر إلى المواصفات القياسية الليبية فإن القيمة المسموح بها في 90% من نتائج العينات المحللة هي 0.5 مجم/لتر.

وكما هو الحال بالنسبة إلى الفوسفور الكلي كانت نتائج تحليل النيتروجين الكلي حيث تتراوح نسب التركيز بين (0.062–7.83) مجم/لتر، وحددت المواصفات القياسية الليبية (م ق ل 2013:769) نسبة تركيز النيتروجين الكلي في متوسط القراءات لـ 90% من العينات المحللة بـ 5 مج/لتر.

وبلغت معدلات التحميل العضوي من مخلفات الصرف الصحي على سواحل مدينة طرابلس 10 طن باليوم في فصل الصيف و19 طن باليوم لفصل الشتاء، وهي معدلات تفوق حدود اتفاقية برشلونة، وبذلك تعتبر سواحل مدينة طرابلس منطقة تلوث ساخنة (Hot-spot) تستوجب سرعة تدخل الدولة. من جهة أخرى فإن الدراسة خلصت إلا أن كميات التدفق بالدراسة تتطابق مع الكميات التقديرية من الجهات ذات الاختصاص (مع الأخذ بالاعتبار بعض المخارج التي لا تجد لها كميات تقديرية) حيث تراوح معدل التحميل العضوي بناء على هذه التقديرات بين (8.5 – 16) طن/يوم صيفاً وشتاءً على التوالي.

كما يجب التنويه على إنه وخلال فترة الدراسة لوحظت أعمال ردم لبعض النقاط على شاطئ المدينة بمخلفات إزالة المباني العشوائية التي تقوم بها شركة الخدمات العامة طرابلس، دون مراعاة أو تقييم لأي آثار سلبية جراء هذه الاعمال، وللأسف كانت بعض منها قريبة من بعض مخارج الصرف الصحي؛ نخص بالذكر منها مخرج السراج – السياحية وعدد من المخارج عند جزيرة سوق الثلاثاء، مما يزيد من تراكم الملوثات وخفض مستوى الأكسجين المذاب إلى المستوى الذي يسبب في ما يعرف بـــ (Oxygen sag) خاصة في المناطق المحصورة وفي ظل توفر الظروف الملائمة.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

بناءً على النتائج المتحصل عليها والتي أظهرت قيم عالية من مستويات كل المعاملات تقريبا الدالة على التلوث والتي يصنف معظمها بأنها خارج الحدود الاسترشادية للتصريف. أظهرت النتائج إغناء كبير (Massive Enrichments) بالمواد العضوية في صورة متمثلة في طلب على الأكسجين الحيوي (BOD5)، بينما كانت قيم طلب الأكسجين الكيميائي أعلى وتعكس استخدام بعض المنشآت الصناعية للشبكة العامة دون الالتزام بضوابط واشتراطات الاستخدام. من جهة أخرى فإن نسبة BOD: COD (أقل من 0.24 في فصل الصيف و0.017 في فصل الشتاء) تدعم الأدلة التي تخلص إلى أن النسبة أقل من 0.1 تعني وجود نسبة عالية من المواد العضوية وصعوبة التحليل البيولوجي، بل يمكن أن تكون سامة (Andrio *et al.*, 2019)، وأن أقل نسبة من معدل BOD: COD للمياه القابلة للتحلل البيولوجي بشكل سهل هي 0.4 (Lee & Nikraz, 2015)، وأن أفضل قيمة تكون أكبر من 0.5 (Bader et al., 2022; Samudro & Mangkoedihardjo, 2010). أما قيم المواد العالقة الكلية (TSS) تعد مقبولة وتشير إلى أنه ربما معظم هذه العوالق قد ترسب بالأنابيب الصرف. أما عناصر التغذية والمتمثلة في النيتروجين الكلي والفوسفور الكلي فقد أظهرت هي الأخرى مستويات قد تسبب في حدوث ظاهرة الاطراء الغذائي (Eutrophication) إذا ما تم توفر الظروف الملائمة لذلك.

لقد عانت شواطئ معظم البلديات الساحلية في كل من طرابلس وسوق الجمعة وتاجوراء وجنزور وغيرها خلال السنوات السابقة من تصريف مياه الصرف الصحي الغير معالجة أو المعالجة جزئيا للتلوث. فقد أشار أبوزقية وآخرون (2018) إلى أن تصريف مياه الصرف الصحي الغير معالجة بالبيئة البحرية لشاطئ مدينة زليتن كان سبب في ارتفاع تركيز عنصر الفوسفور الذي يعتبر مؤشراً على التلوث بمياه الصرف الصحي، حيث وصل التركيز في ماء البحر بالقرب من مصب مياه الصرف الصحي إلى 8.68 مجم/لتر، بينما بمياه البحر بمنطقة الهنشير فقد أشار قويدر (2007) إلى أن أعلى معدل تركيز للفوسفور في شاطئ مدينة طرابلس سجل 54.43 مجم/لتر. وكما هو معلوم فإن عنصر الفوسفور وعنصر النيتروجين هما مسؤولان عن نمو الطحالب بشكل كثيف وحدوث ما يعرف بظاهرة الازدهار الطحلبي أو الإخصاب العضوي إذا ما توفرت الظروف الملائمة لذلك وهي ظاهرة ضارة بالكائنات البحرية كالأسماك والرخويات والأصداف وغيرها (حموده ومعيوف، 2018). كما أظهرت العديد من الدراسات الأخرى تلوث أجزاء من شواطئ متعددة على طول امتداد الساحل الليبي القريبة من مواقع الصرف الصحي (موسى، 2014؛ الصفدي، 2013؛ الدويب، 2007؛ الملاح وآخرون، 2006).

5. الاستنتاج

خلصت هذه الدراسة إلى أن كمية الحمل العضوي لمياه الصرف الصحي على طول امتداد ساحل مدينة طرابلس الكبرى بلغ في فصل الصيف 10 طن/يوم، و19 طن/يوم في فصل الشتاء، وبهذا تعتبر منطقة الدراسة أو خليج مدينة طرابلس الكبرى إن صحت هذه التسمية منطقة ساخنة (Hot-Spot) حسب تصنيف اتفاقية برشلونة التي تعد ليبيا طرفا فيها. وبالمقارنة مع مواقع أخري على طول امتداد ساحل ليبيا تعتبر قيم التحميل العضوي بساحل مدينة طرابلس عالية بالمقارنة مع بحيرة 23 يوليو الصناعية–بنغازي، حيث وصلت قيمة الحمل (8.5 طن/يوم) (Hamouda & Abbas, 2018)، كما تعد متدنية جداً بالمقارنة مع مناطق أخرى مطلة على حوض البحر الأبيض المتوسط كما هو الحال بالنسبة لخليج المكس–مصر، وخليج أبوقير–مصر، وخليج سارونك–اليونان على التوالي 219.498، 91.701، 56.386 طن (Emam et al., 2013). وأشارت دراسة الحراري (2021) أن كمية مياه الصرف الصحي المعالجة م^3/يوم (طرابلس الكبرى) للسنوات (2010–2019) عدا سنة (2011م) إذ لا توجد بيانات فكانت 28,000 م^3/يوم لسنة (2010) ثم انخفضت إلى 15,388 م^3/يوم وارتفعت لسنة

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

2018 إلى 26,904 م^3/يوم، وهذه الكميات سواء على مستوى الدولة أو بلديات طرابلس الكبرى تعد ضئيلة جدا وتعكس أن الدولة بالرغم من أنها تعاني من شح المياه فهي لا تتعامل مع مياه الصرف الصحي المعالجة كمصدر مائي ثانوي يستوجب الاستفادة منه بدلا من تصريفه دون معالجة في البحر. حيث أن نسبة المياه المعالجة تعد محدودة جدا من إجمالي كمية مياه الصرف الصحي المتولدة ببلديات طرابلس الكبرى أو المجمعة. واشارت دراسة الحراري (2021) أن نسبته تتراوح ما بين 4.7%-13.5%. أما ما يتم معالجته من كمية مياه الصرف الصحي المتولدة تراوحت ما بين 3.3%-7.2%. أيضا تراوحت نسبة ما يتم معالجته من إجمالي استخدام المياه العذبة ما بين 2.6%-5.8% لكل بلديات طرابلس الكبرى، وإن هذه النسبة تتوافق مع ما أشار إليه تقرير وزارة التخطيط لسنة 2020م من حيث إن نسبة ما يتم معالجته من مياه الصرف الصحي المتولدة حاليا لا يتجاوز 3% في أحسن الأحوال بسب تعطل معظم محطات المعالجة. هذه النسب تعد منخفضة جداً مقارنةً بالعديد من الدول العربية وتعكس أن الغالبية العظمى من السكان تستخدم البيارات التقليدية (Cess Pool) وليس الشبكة العامة مما قد يعرض المياه الجوفية للتلوث وهي المصدر الأساسي للمياه الأمر الذي يتطلب ضرورة مراقبة آبار المياه بالمناطق التي تنعدم أو تقل فيها نسبة خدمات الصرف الصحي بشكل كبير. وبشكل عام فإن نتائج التدفقات الداخلة للبيئة البحرية من 5 مخارج فقط شملتها هذه الدراسة من إجمالي عدد المخارج التي تشير بعض التقارير أنها تصل إلى 42 مخرج يعكس أن نسبة السكان الذين يتمتعون بخدمات الصرف الصحي محدودة جدا ولم ترتقي إلى النسب التي تطمح لها الدول المتقدمة، والتي تعكس مدى التقدم الذي تنشده الدولة في تحقيق الأهداف ونجاح إدارتها في خطة التنمية في كل أبعادها. أشارت دراسة الحراري (2021) إلى أن كمية المواد العضوية في مياه الصرف الصحي غير المعالجة التي يتم تصريفها في البحر كانت حوالي 57.7 طن/يوم، 80 طن/يوم، 83.7 طن/يوم، للسنوات (2010، 2015، 2017) على التوالي. كما أظهرت العديد من الدراسات الأخرى تلوث أجزاء من شواطئ متعددة على طول امتداد الساحل الليبي القريبة من مواقع الصرف الصحي (معيوف، 2018؛ عكاشة وآخرون، 2015؛ موسى، 2014؛ الصفدي، 2013؛ قويدر، 2007؛ الدويب، 2007؛ الملاح وآخرون، 2006).

المراجع

أولاً: مراجع باللغة العربية

أبوزقية، عبد السميع؛ حموده، محمد؛ عكاشة، علي (2018). تأثير صرف مياه المجاري بمنطقة ازدو بمدينة زليتن على تركيز بعض العناصر والمغذيات في مياه البحر. *المؤتمر الوطني الاول للتلوث البحري والمياه الجوفية*، 2018/02/26، طرابلس، ليبيا.

بريرة، أحمد المختار؛ فارس، بشير محمد؛ البهيليل، فاطمة عبد المجيد (2016). دراسة تأثير مياه الصرف الصحي غير المعالجة على شواطئ مدينة طرابلس. *مجلة العلوم والدراسات الإنسانية*، 18، 1-12.

بلدية طرابلس المركز (2019). *إعلان بتاريخ: 2019/06/09 على صفحة بلدية طرابلس المركز على منصات التواصل الاجتماعي*. لجنة شؤون البيئة والتفتيش الصحي.

بلدية طرابلس المركز؛ بلدية سوق الجمعة؛ بلدية حي الأندلس (2017). *بيان تحذيري*، صادر بتاريخ 2017/07/07، ليبيا.

بن طالب، خ. س.؛ الختالي، ع.؛ رمضان، ع؛ البلعزي، ز. م. (1987). بعض الخواص الفيزيوكيميائية لمياه الشاطئ البحري لتاجوراء شرق طرابلس (ليبيا). *النشرة العلمية لمركز بحوث الأحياء البحرية*، 89-124.

تنتوش، محمد؛ الصغير، ربيعة (2014). تقيم مستوى التلوث البحري الناتج عن مياه الصرف الصحي في شواطئ مدينة الزاوية – ليبيا. *المجلة العالمية للبيئة والتغير المناخي*، 2(2).

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

الحراري، ميلاد نادية (2021). استخدام مؤشرات البيئة في تقييم الاداء البيئي، رسالة ماجستير، الأكاديمية الليبية، طرابلس، ليبيا.

الصفدي، محمد يوسف (2013). الخصائص الفيزيائية والمايكرو بيولوجية لمياه الساحل في الجزء الشمالي من قطاع غزة بفلسطين. رسالة ماجستير، جامعة الأزهر، فلسطين.

عكاشة، على؛ الشريف، مصطفى؛ حيدر، جمال؛ أبوشناف خالد (2015). الخواص الكيميائية والفزيائية والحيوية لحوض تخزين مياه الصرف الصحي بمدينة زليتن والتخلص منها. *المؤتمر الثاني لعلوم البيئة*، كلية الموارد البحرية، الجامعة الأسمرية الإسلامية، زليتن، ليبيا، 586-597.

العماري، خيري محمد؛ محمد، خليل أبو القاسم؛ رمضان، عبد ناصر عياد (2018). دراسة التلوث البكتيري في مياه شواطئ البحر شرق مدينة طرابلس – ليبيا. *المجلة الدولية المحكمة للعلوم الهندسية وتقنية المعلومات*، 5(1)، 21-25.

قويدر، مني (2007). *تأثير مياه الصرف الصحي بالبحر على المياه والأسماك*. رسالة ماجستير، الأكاديمية الليبية، طرابلس، ليبيا.

الملاح، محمد عبد الله؛ بن عامر، مصطفي العربي؛ أبو عيسى، عبد الباسط عبد الرحمن (2006). الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه البحر لمناطق مختارة من الساحل الليبي. المجلة العلمية لعلوم البحار،11: 37- 50.

موسى، رمضان (2014). *تأثير مواقع الصرف الصحي على خصائص ورسوبيات مناطق صيد الأسماك*. رسالة ماجستير، الأكاديمية الليبية، طرابلس، ليبيا.

الهيئة العامة للمعلومات (2012). *مصلحة الإحصاء والتعداد ليبيا، المسح الوطني للسكان*. ليبيا.

وزارة التخطط (2013). مياه الصرف الصحي المعالجة للتخلص منها في البيئة البحرية. المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية، الإصدار الأول، م ق ل 769: 2013، ليبيا.

وزارة التخطيط (2020). *التقرير الاستعراضي الوطني الأول حول أهداف التنمية المستدامة 2030*. لجنة التنمية المستدامة، ليبيا.

ثانياً: مراجع باللغة الإنجليزية

Alrwab, N. A. & Al-Ghazali, H. Y. (2022). Study of the Physiochemical and Microbial Properties of the Waters of the Seashore in the City of Tocra, Libya. (2022). *Journal of Marine Sciences and Environmental Technologies*, *8*(2), E 8-18.

Andrio, D., Asmura, J., Yenie, E., & Putri, K. (2019). Enhancing BOD5/COD ratio co-substrate tofu wastewater and cow dung during ozone pretreatment. **In**: MATEC Web of Conferences, 276, 06027. EDP Sciences.

APHA (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21st ed. American Public Health Association, Washington, DC.

ASTM (1990). *Annual Book of ASTM Standards*. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, USA.

Bader, A. C., Hussein, H. J., & Jabar, M. T. (2022). BOD: COD ratio as indicator for wastewater and industrial water pollution. *Int. J. Spec. Educ*, 37(3), 2164-2171.

Emam, W., Saad, A. A., El-Moselhy, K. M., & Owen, N. A. (2013). Evaluation of water quality of Abu Qir Bay, Mediterranean coast, Egypt. *International Journal of Environmental Science and Engineering*, 4, 47-54.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

Hamouda, M. S. & Abbas, M. A. M. (2018). Organics and Nutrients Loading to The 23rd of July Man-Made Lake in Benghazi City, NE Libya. *Journal of Marine Sciences and Environmental Technologies*, *4*(2), E 14-23.

Lee, A. H., & Nikraz, H. (2015). BOD: COD ratio as an indicator for river pollution. *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering*, *88*(15), 89-94.

Samudro, G., & Mangkoedihardjo, S. (2010). Review on BOD.COD and BOD/COD Ratio: A Triangle Zone for Toxic. Biodegradable and Stable levels. *International journal of academic research*, *2*(4), 235-239.

Statutory Instruments supplement (2020). To the Uganda Gazette No. 85, Volume CXII, dated 21st December, 2020, No. 44. Printed by UPPC, Entebbe, by Order of the Government.

UNESCO (2017). *The United Nations World Water Development Report, Wastewater, The Untapped Resource*, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, World Water Assessment Programme, WWDR .

WHO and UNICEF (2015). *Water Supply Statistics*. Available Online at: [https://knoema.com/WHOWSS2014/who-unicef-water-supply-statistics-2015location=1002160-swaziland].