مجلة العلوم الشاملة
المجلد(9) ملحق العدد (36) (سبتمبر 2025)
ردمد: 3014-6266

Comprehensive Journal of Science
Volume (9), Issue (36), (Sept 2025)
ISSN: 3014-6266

تأثير مياه الصرف الصحي غير المعالجة على الخواص البيولوجية والكيميائية لمياه البحر ــ مدينة طرابلس نموذجاً

حمزة عمران كريم[1] hamzakr81@gmail.com
عبد اللطيف محمد الربع[2] abdulatifalroba@gmail.com
علي الهادي الصغير[3] alialsagheeralsgheer@gmail.com

1.المعهد العالي لتقنيات علوم البحار ـ الخمس
2.الهيئة الليبية للبحث العلمي
3.اكاديمية الدراسات العليـــــا

تاريخ الاستلام:2025/9/8 –تاريخ المراجعة: 2025/10/2– تاريخ القبول: 2025/10/14– تاريخ للنشر: 2025 /10/21

الملخص:

يُعد تلوث البحر الأبيض المتوسط بمياه الصرف الصحي مشكلة بيئية رئيسية تؤثر على دول البحر الأبيض المتوسط. ويُقدر أن حوالي 80 في المائة يتم تصريف مياه الصرف الصحي في المدن الساحلية دون معالجة مناسبة في البحر. ستركز هذه الورقة على تقييم الآثار الكيميائية والبيولوجية لإطلاق مياه الصرف الصحي الخام على جودة مياه البحر في طرابلس، ليبيا. ستفحص هذه الورقة عينات المياه التي تم جمعها من نقطتي تصريف مياه الصرف الصحي الرئيسيتين (مصب الأندلسي ومصب قاعة الشعب) بين يونيو وأغسطس 2025 ومقارنتها بعينة تحكم تم جمعها في موقع غير ملوث (العلوص). تم استخدام طريقة تحليلية مختبرية لتحديد سلسلة من المؤشرات الفيزيائية والكيميائية (درجة الحرارة، الرقم الهيدروجيني، إجمالي المواد الصلبة الذائبة (TDS)، النترات (No_3) والطلب البيولوجي للأكسجين (BOD) والميكروبيولوجي (إجمالي عدد القولونيات البرازية واجمالي عدد البكتيريا) في الدراسة. أظهرت النتائج ارتفاعًا كبيرًا في مستويات الطلب البيولوجي البيوكيميائي والنترات والبكتيريا في مناطق التصريف، وانخفضت تدريجيًا مع ازدياد المسافة بين منفذ التصريف والبحر المفتوح. كما أظهرت التحليلات أن المواقع المجاورة لمنافذ التصريف تجاوزت الحد المسموح به لمياه السباحة والصيد وفقًا للمعايير الدولية (منظمة الصحة العالمية ووكالة حماية البيئة). وتشير النتائج إلى أن تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة على شواطئ طرابلس يؤدي إلى انخفاض كبير في جودة المياه ويزيد من مستويات الأحمال العضوية والبكتيرية، مما يشكل تهديدًا لصحة الإنسان والحياة البحرية. وتقترح الورقة البحثية إنشاء مرافق لمعالجة مياه الصرف الصحي قبل التصريف، مع تعزيز أنظمة المراقبة البيئية المنتظمة على الساحل الليبي.

الكلمات المفتاحية: تلوث بحري، مياه الصرف الصحي، طرابلس، الخواص الكيميائية، بكتيريا القولون، BOD.

المقدمة:

البحر الأبيض المتوسط مسطح مائي شبه مغلق وضحل إلى حد ما، يقع بين جنوب أوروبا وشمال إفريقيا وجنوب غرب آسيا. تبلغ مساحته حوالي 2.5 مليون كيلومتر مربع، ويبلغ متوسط عمقه حوالي 1500 متر (الجوهري، 2017). يحده المحيط الأطلسي من الغرب ومضيق جبل طارق والبحرين الأسود والأحمر من الشرق، مما يجعله نظامًا بيئيًا حساساً معرضاً لأي تغيير في تركيب المياه. يُعد البحر الأبيض المتوسط الآن أحد أكثر المسطحات المائية تلوثاً في العالم نظراً للعدد الكبير من السكان الذين يعيشون على شواطئه وتنوع العمليات الاقتصادية والصناعية والزراعية التي تجري فيه (حارث وآخرون، 2001).

يُعتقد أن حوالي 85% من مياه الصرف الصحي التي تنتجها أكثر من 120 مدينة ساحلية في 18 دولة على طول البحر الأبيض المتوسط تُصرف في البحر دون أي معالجة مناسبة (عبد الجواد، 1991؛ برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2023). يُعد تلوث مياه البحر بمياه الصرف الصحي من أخطر المشاكل البيئية، إذ يؤثر بشكل مباشر على صحة الإنسان وبيئة البحر. فهذه المياه غنية بالمواد العضوية والمغذيات (النترات والفوسفات) والمعادن الثقيلة والكائنات الدقيقة المسببة للأمراض (منظمة الصحة العالمية، 2022).

ووفقاً لأبحاث حديثة، يؤدي إطلاق مياه الصرف الصحي غير المعالجة إلى تركيزات عالية من النترات والفوسفات، مما يعزز عملية التخثث، التي تُسبب نمو الطحالب واستخدام الأكسجين المذاب، مما يُضعف جودة المياه ويُعرض الحياة البحرية للخطر (لي وآخرون، 2021). كما أفادت تقارير أخرى أعدتها منظمة الأغذية والزراعة (الفاو، 2022) بزيادة في معدلات نفوق الأسماك في المناطق الساحلية بسبب مياه الصرف الصحي الناتجة عن نقص الأكسجين وارتفاع نسبة المواد العضوية.

تُعتبر بكتيريا المكورات المعوية والبكتيريا القولونية البرازية من المؤشـــرات الحيوية المهمة ميكروبيولوجي للتلوث البرازي في المســطحات المائية (هاروود وآخرون، 2020). وقد وُجد أن هذه البكتيريا قادرة على البقاء على قيد الحياة في ظلّ عوامل بيئية قاسية، بما في ذلك الحموضة وتغيرات درجة الحرارة، بل إن بعضها أصبح شديد المقاومة للمضادات الحيوية المعروفة، مما يزيد من خطرها على صحة الإنسان والبيئة بمقدار الضعف (كاركمان وآخرون، 2022).

تشـير نتائج بعض الدراسـات التي أُجريت على سـواحل البحر الأبيض المتوسـط في تونس والجزائر ومصـر ولبنان إلى ارتفاع معدلات التلوث البكتيري، والتي تتجاوز المعايير الموصــي بها لمياه البحر الأبيض المتوسـط الصـالحة للسـباحة (علي وآخرون، 2020؛ الخطيب وآخرون، 2021). ووفقاً لبحث ليبي حديث، فإن معظم مصبات الصرف الصحي في طرابلس وبنغازي والزاوية تصبّ مياهها مباشرة في البحر دون معالجة مناسبة، مما يزيد من عدد الملوثات العضوية والميكروبية في المياه الساحلية (الهيئة العامة للبيئة، 2023).

لا يُشكّل هذا النوع من التلوث تهديداً لصحة الإنسان فحسب، بل يؤثر أيضاً على التنوع البيولوجي البحري. تُغير رواسب التلوث أيضاً حياة الكائنات الدقيقة على الرواسب والشعاب المرجانية الصخرية، وتُقلل من أعداد الرخويات والأسماك الحساسة للبيئة. في مؤتمر ستوكهولم عام 1977، أعلنت الأمم المتحدة أن أي مواد تُدخل إلى بيئة المحيطات، سواءً بطرق مباشرة أو غير مباشرة، وتؤدي إلى أيٍّ من الآثار الجانبية المذكورة أعلاه على الموارد الحية أو البشر أو الأنشطة الأخرى في النظام البيئي البحري، تُعتبر تلوثاً بيئياً ويجب مكافحته (بغني وآخرون، 1998).

- **مشـــكلة البحث:** إن مشـكلة التلوث البحري مشـكلة عالمية لم تتوقف عند بلد أو قطر دون آخر من الدول المطلة على البحار والمحيطات لذا تعـــد ليبيا من ضمن الدول التي لم تسلم من أضرار التلوث البحري بمياه الصرف الصحي حيث لها العديد من المدن التي تقع على ساحل البحر الأبيض المتوسط وتلقي مخلفاتها فيه ومن ضمنها مدينة طرابلس والتي تعتبر موضوع البحث التي تتدفق مياه المجاري إلي شـواطيئها، حيث تكون محملة بكميات كبيرة من الملوثات الكيميائية متعددة الأنواع والمصـادر، إضافة إلى فضلات متعددة الأنواع والمصادر، وكذلك فضلات المنازل والأماكن العامة، وجميعها تحتوي على ملوثات خطيرة تسبب أضراراً بالحياة البحرية وتنتقل عبر السلسلة الغذائية إلى الإنسان والحيوان في هذه المنطقة وتسبب أضرار صحية للإنسان أثناء السباحة والتنزه. ولهذا جاء هذا البحث للإجابة على هذا السؤال وهو ما مدى تأثير مياه الصرف الصحي على مياه البحر في مدينة طرابلس.
- **أهمية البحث:** يعتبر شاطئ مدينة طرابلس من أهم شواطئ ليبيا من حيث المظهر العام والتنزه والسباحة والصيد ولهذا تكمن أهمية البحث في محاولة الربط بين تلوث مياه البحر بمياه الصرف الصحي وتأثيرها على صحة الإنسان، وحيث أن نوعية مياه البحر لها تأثير مباشر على صحة الإنسان، وكذلك تأثير غير مباشر عبر انتقالها إلى الإنسان عبر السلسلة الغذائية. وفي هذا الإطار أهتم هذا البحث بدراسة الخصائص المكروبيولوجية والكيميائية لمياه البحر بمنطقة الدراسة.
- **الهدف من البحث**: الهدف الرئيسي من هذا البحث هو معرفة تأثير مياه الصرف الصحي على الخواص الكيميائية والبيولوجية لمياه البحر بمنطقة الدراسة.
- **منهجية البحث:** تم في هذه الدراســة اتباع المنهج التحليلي وذلك بأخذ عينات من مياه البحر المجاورة لمخارج مياه الصـــرف الصحي لغرض تحليلها كيميائيا وبيولوجيا كما أتبع المنهج الوصفي وذلك بوصف أخطار البيئة البحرية الملوثة بمياه الصرف الصحي على صحة الإنسان.
- **حدود البحث**: تشـــمل حدود البحث تأثير مياه الصـــرف الصـــحي على الخواص الكيميائية والبيولوجية لمياه البحر ووصـــف الأخطار البيئية المترتبة عليها؛ حيث تمت الدراســـة على موقعين في مدينة طرابلس والتي تحتوي على مخارج للصـــرف الصحي (قاعة الشعب – تاجوراء الاندلسي). وقدرت المسافة بينهما حوالي 21كم، وكذلك موقع في منطقة العلوص كموقع للمقارنة باعتباره لا يوجد فيه مخرج للصرف الصحي، وكانت الدراسة في الفترة الزمنية من 2025/6/15 إلى 2025/9/15.

من هذا المنطلق، تسعى هذه الورقة البحثية إلى تسليط الضوء على الوضع الفعلي لتلوث مياه البحر في مدينة طرابلس نتيجةً لتسرب مياه الصرف الصحي غير المعالجة إليها، وتقييم مدى تأثير هذا التسرب على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لمياه البحر في مصـــبات الأنهار الســـاحلية. ســتحدد الدراســـة التباين في معايير جودة المياه، بما في ذلك الرقم الهيدروجيني (pH)، والنترات، وإجمالي المواد الصـــلبة الذائبة، والطلب البيولوجي للأكســـجين، ومحتوى البكتيريا التي تشـــير إلى التلوث البرازي، ومقارنتها بعينات مياه مراقبة في بيئة صحية. سيوفر هذا أساساً علمياً لمساعدة الجهات المعنية في تحديد حجم التلوث، ووضع تدابير فعالة للحد من آثاره على صحة الإنسان والنظام البيئي البحري.

المواد وطرق البحث:

منطقة الدراســـة: حددت منطقة الدراســـة داخل مدينة طرابلس والتي تقع في الشـــمال الغربي لدولة ليبيا واحداثيتها (32°54′ N, 13°11′E) شرقاً و(32°52′ N, 13°05′E) غرباً وشملت منطقة الدراسة عدد اثنان مصبات لمياه الصرف الصحي على طول المنطقة وحددت احداثياتها بواسطة جهاز GPS.

العينات: تم استعمال قارب صغير لجمع العينات المستخدمة في الدراسة وجمعت بواسطة قنينات زجاجية معقة سعت نصف لتر للتحاليل الكيميائية وسعت 100 مل للتحاليل البيولوجية، حيث أخذت من الطبقة السطحية لمياه البحر بعمق حوالي من 20 ــــــ 40 سم، وذلك بإنزال القنينة مغلقة وفتحها تحت الماء وقفلت بإحكام ونقلت بعد ذلك للمعمل ليتم تحليلها، وتم جمع العينات شهرياً خلال فترة الدراسة، حيث أخذت العينات من ثلاث محطات حول المصب كل محطة بها ثلاث نقاط على شكل نصف دائرة حول المصب (شرق وشمال وغرب) تفاديا لتأثير التيارات البحرية، حيث تبعد المحطة الأولى 20م من التقاء مياه الصرف بمياه البحر والمحطة الثانية 100م من المحطة الأولى، والمحطة الثالثة 150 من المحطة الثانية، وتم أخذ عينة الشاهد من موقع لا توجد به مصبات لمياه

الصـرف الصـحي وحدد هذ الموقع بمنطقة العلوص وأخدت العينة على بعد 75م من شـاطئ البحر، وكان عدد العينات التي جمعت لغرض الدراسة 162عينة و9عينات كشاهد، حيث تم جمع ثلاث عينات من كل نقطة بواقع 9 عينات لكل محطة بواقع 27 عينة لكل مصب في الشهر أي 81 عينة للمصب الأول خلال فترة الدراسة (ثلاثة أشهر) ومثلها للمصب الثاني. وتم ترميز العيانات كالتالي: مصب الاندلسي للصرف الصحي (س)، ومصب قاعة الشعب (ق) والمحطة الأولى (م1) والمحطة الثانية (م2) والمحطة الثالثة (م3) والنقاط الأولى في اتجاه الشرق (ش) والنقطة الثانية في اتجاه الشمال (م) والنقطة الثالثة في اتجاه الغرب (غ) . أما عينة الشاهد فأعطيت الرمز (ص).

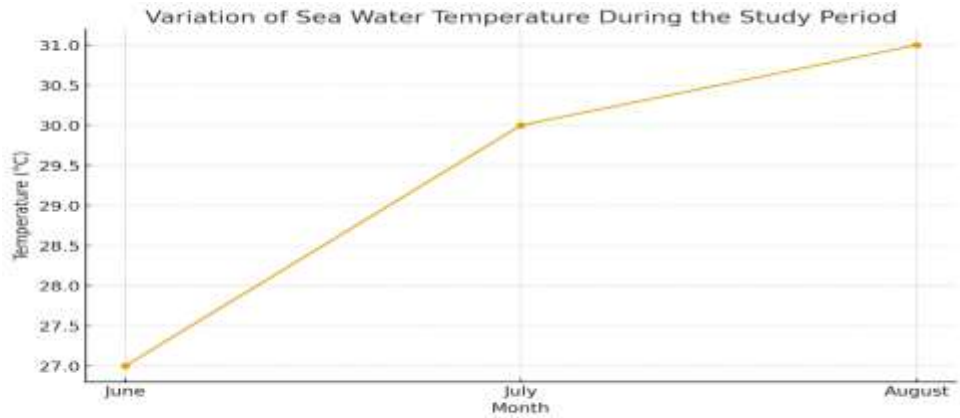
الاختبارات: أجريت الاختبارات المعملية وفقاً للمعايير العلمية في معامل (الشـــركة العامة للمياه) للتحاليل الكيميائية أما بالنســـبة للتحاليل البيولوجية فقد أجريت في معمل (المركز الليبي للتحاليل الكيميائية) ... وتم قياس المؤشـــرات التالية : درجة الحرارة تم تسـجيل درجة الحرارة في الموقع نفسـه باسـتخدام ترمومتر زئبقي، وتركيز أيون الهيدروجين باسـتخدام جهاز (PH-meter) وتم قياس نسبة الأملاح الذائبة الكلية (TDS) باستخدام جهاز (Total Dissolved Solids meter) ، وتم قياس نسبة النترات No_3 باســتخدام جهاز (Spectrophoto meter- 21D) عند طول موجي (543 نانومتر). وتم قياس المتطلب الأكســجين الحيوي (BOD)باستخدام جهاز BOD TRAK.

وكذلك تم تقدير بكتيريا عدد مجموعة بكتيريا القولون (Coli form-group)باسـتخدام طريقة العدد الأكثر احتمالاً (MPN)وفق ما ذكر في (ROPME, 1999) واسـتخدمت بيئة مرق اللاكتوز (Lactose Broth) من صـنع شـركة (IDG) لإجراء الاختبار الافتراضي وبيئة أيوسين أزرق الميثلين (Eucin Methyle Blue) من صنع شركة (OXOID) لإجراء الاختبار التأكيدي. حيث تم التحضـــين عند درجـة حرارة 35مْ±0.5 لمـدة 48ســـاعـة. وتم تقـدير الأعـداد بـالرجوع إلى جـداول العـدد الأكثر احتمـالاً (USDA,2003)، وتم تقدير عدد بكتيريا القولون الغائطية (Faecal-Coli form) تم اتباع طريقة العدد الأكثر احتمالاً باسـتخدام بيئة (Briliiant Green Bile Broth) من صـنع شـركة (OXOID) لإجراء الاختبار الافتراضـي والتحضـين عند درجة حرارة 45مْ±0.5 لمدة 24 ســاعة، وتم إضـــافة (Kovac's Indole Reagent) لإجراء الاختبار التأكيدي. كما تم تقدير العدد الكلي للبكتيريا (Coli form-group)بطريقة العد القياسية المسماة بطريقة العد بالأطباق (Plate count) باستخدام بيئة آجار مستخلص الخميرة (Yeast extract agar) وذلك باتباع الخطوات العلمية الصحيحة.

النتائج والمناقشة:

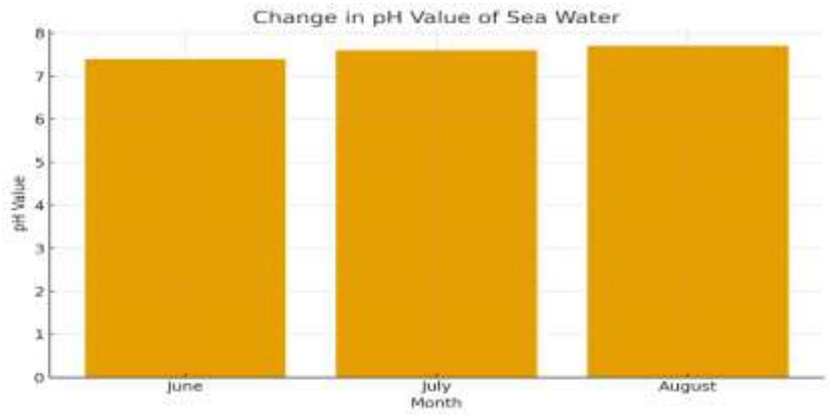
أظهر التحليل الفيزيائي والكيميائي والبيولوجي لمياه البحر في مصـبي الأندلس وقاعة الشـعب خلال الأشـهر الثلاثة من العام 2025 (يونيو، يوليو، وأغسـطس) اختلافات واضـحة بين مؤشـرات جودة المياه في المواقع المجاورة والبعيدة عن المصـبين، وبينت نتائج التحليل وعينة الشاهد بمنطقة العلُوص (الجداول من 1 إلى 6).

أولاً -درجة الحرارة: تراوحت درجة الحرارة بين 27 درجة مئوية في يونيو و31 درجة مئوية في أغســطس، وكان الارتفاع التدريجي الطبيعي ناتجاً عن الارتفاع الموســمي في درجات حرارة الغلاف الجوي، لم تكن هناك اختلافات ملحوظة بين المواقع المختلفة خلال شـهر واحد، ولكن يمكن تفسـير الارتفاع الطفيف باتجاه المصـب بزيادة النشـاط البكتيري وعمليات التحلل العضـوي التي تُنتج المزيد من الحرارة.



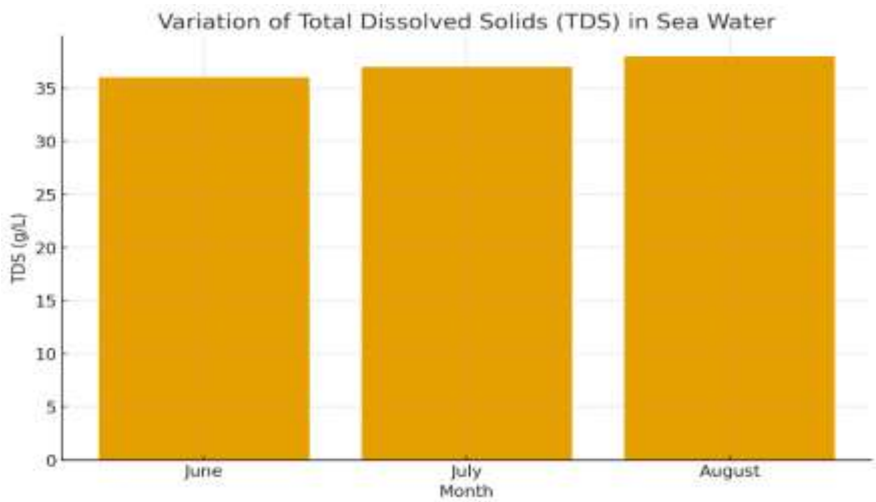
(الشكل 1): مخطط يُشير إلى تغير درجة الحرارة على مدار الأشهر الثلاثة في كل موقع من المواقع الثلاثة.

ثانيًا -الرقم الهيدروجيني(pH) : كانت قيم الرقم الهيدروجيني لجميع العينات ضـمن النطاق الطبيعي لمياه البحر (7.5-8.3). حيث انخفض الرقم الهيدروجيني قليلاً باتجاه المصـبات مقارنةً بالمناطق الأبعد، مما يدل على تحلل أكبر للمواد العضـوية وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، مما يرفع الحموضة النسبية (الجدول 2).



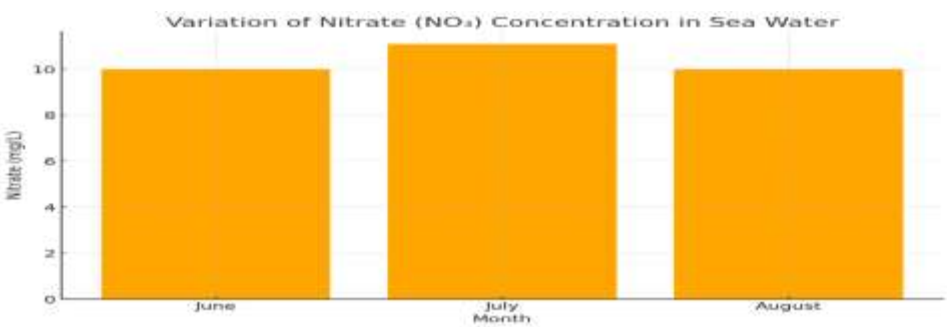
(الشكل 2): أعمدة تغير الرقم الهيدروجيني على مسافات (20 م، 100 م، و150 م) من المصبات.

ثالثًا -إجمالي الأملاح الذائبة(TDS) : تراوحت القيم بين 32 و38 جم/لتر حول المصـــبات، وأظهرت 54 جم/لتر في العينة الضابطة (الجدول 3). يُعزى هذا التغير إلى اختلاط المياه المالحة بمياه الصرف الصحي العذبة نسبياً، مما أدى إلى تخفيف الأملاح. ويشير هذا الانخفاض في الملوحة إلى تزايد تأثير مياه الصرف على الأراضي الساحلية.



(الشكل 3): مقارنة قيم المواد الصلبة الذائبة الكلية بين مواقع الدراسة وعينة الشاهد

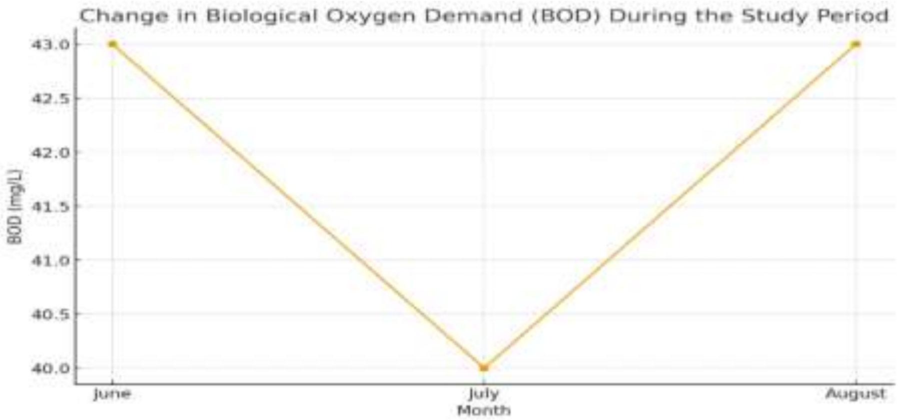
رابعاً -النترات(NO_3) : سُـــجلت أعلى قيم للنترات في المحطات الأقرب إلى مصـــبات الأنهار، حتى 11.1 ملغم/لتر في مصـــب الأندلس (الجدول 4)، ولكن دون تجاوز 3.0 ملغم/لتر في عينة الضـبط. يُعزى هذا الارتفاع إلى ارتفاع الحمل العضـوي الناتج عن إطلاق مياه الصـرف الصـحي الغنية بالمركبات النيتروجينية التي قد تُسبب ظاهرة التخثث، وهي نمو مفرط للطحالب وما يتبعه من انخفاض في الأكسجين المذاب.



(الشكل 4): تحليل مقارن لتركيز النترات في المصبين خلال الأشهر الثلاثة

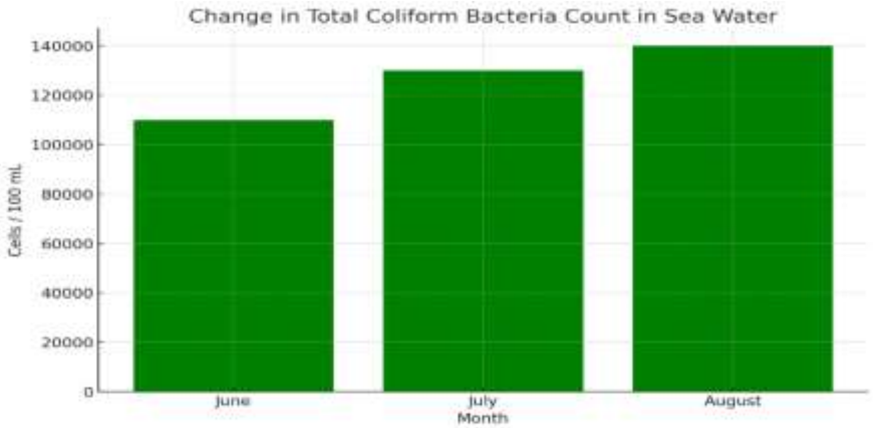
خامسًا -الطلب البيولوجي على الأكسجين(BOD) : سُجلت أعلى قيم للطلب البيولوجي على الأكسجين عند نقطة المصبين (4345 ملغم/لتر)، و0.3 ملغم/لتر فقط في عينة الضـــبط (الجدول 5). هذا يعني وجود كمية كبيرة من المواد العضـــوية المتحللة، مما يؤدي

إلى ارتفاع استهلاك الأكسجين المذاب وتأثيرات سلبية على الحياة البحرية الحساسة. القيم المسجلة أعلى من القيم المقبولة التي توصي بها منظمة الصحة العالمية (الطلب البيولوجي 3 ملغم/لتر من مياه السباحة).



(الشكل 5): يبين الطلب البيولوجي للأكسجين خلال الأشهر الثلاثة

سادسًا -المؤشرات الميكروبيولوجية: كما تبين، كانت أعداد مجموعة القولونيات الكلية والقولونات البرازية مرتفعة للغاية في المحطات المحيطة بالمنافذ (<1.1 × 105 خلية/100 مل)، لكنها انخفضت بشكل طفيف إلى ما يقارب الإهمال في المحطات البعيدة وعينة الشاهد (الجدول 6). تشير هذه النتائج بوضوح إلى أن التلوث البرازي ناتج بشكل مباشر عن مياه الصرف الصحي غير المعالجة. يتماشى هذا الاتجاه مع الملاحظات للدراسات السابقة، والتي أفادت أيضاً بنفس المستويات في ساحل المهدية في تونس، (عليبي، وآخرون 2020)



(الشكل 6): منحنى بياني يوضح زيادة أو نقصان عدد البكتيريا القولونية مع المسافة إلى المصب.

سابعا -مقارنة بين المصبين

عند مقارنة مصب الأندلسي بمصب قاعة الشعب، يتضح أن القيم المسجلة في الأندلسي مرتفعة نسبياً في معظم المؤشرات، مما يعني أن كمية أو جودة الصرف في هذا الموقع أكثر تركيزاً على الملوثات العضوية. بشكل عام، يتطابق اتجاه المصبين، مما يثبت أن المشكلة ليست محلية فحسب، بل ترتبط أيضاً بنظام الصرف الصحي العام للمدينة. وأكدت زيادة مستوى الطلب البيولوجي البيوكيميائي والنترات والبكتيريا القولونية في آن واحد التدمير الواضح لجودة مياه السواحل، مما أدى إلى انخفاض في الأكسجين المذاب وانخفاض في النشاط البيولوجي للكائنات البحرية الدقيقة. يمكن أن ينتقل هذا التأثير المتتالي إلى الكائنات الحية الموجودة في سلسلة الغذاء مثل الأسماك والرخويات، مما يشكل تهديداً للصحة العامة، عن طريق تناول مثل هذه الكائنات الحية أو السباحة في المياه الملوثة.

الجدول 1.نتائج التحاليل الفيزوكيميائية والبيولوجية لمياه البحر عند كل محطة من المحطات الثلاث لمصب الاندلسي في الشهر الأول (يونيو 2025)

العينة (الرمز)	درجة الحرارة (م°)	الاس الهيدروجيني (PH)	الاملاح الذائبة الكلية (TDS) (جرام/ لتر)	النترات (NO3) (ملجرام/ لتر)	المتطلب الحيوي للأكسجين (BOD) (ملجرام/ لتر)	مجموعة بكتيريا القولون Coli form-group خلية/100مل	مجموعة البكتيريا الغائطية Faecal-Coli form خلية/100مل	العدد الكلي للبكتيريا Coli form-group خلية/100مل
س م1 ش1	27.0	7.4	38.3	10.0	43	410×1.2 <	510×1.1 <	510×1.4
س م1 ش2	27.0	7.2	32.7	10.0	40	410×1.1 <	510×1.1 <	510×1.4
س م1 ش3	27.0	7.5	35.6	9.9	38	410×1.1	510×1.1 <	510×1.4
س م1 م1	27.1	7.7	37.4	11.1	30	410×1.3 <	510×1.1 <	510×1.4
س م1 م2	27.0	7.6	33.7	11.1	29	410×1.3 <	510×1.1 <	510×1.4
س م1 م3	27.1	7.9	35.6	11.0	29	410×1.3 <	510×1.1 <	510×1.4
س م1 غ1	27.0	7.4	37.4	11.5	30	510×1.5 <	510×1.1 <	510×1.4
س م1 غ2	27.0	7.2	33.7	11.6	32	510×1.5 <	510×1.1 <	510×1.4
س م1 غ3	27.0	7.7	36.6	11.6	32	510×1.5 <	510×1.1 <	510×1.4
س م2 ش1	27.1	7.8	34.8	7.8	45	3 >	5.5	10 >
س م2 ش2	27.1	7.1	35.6	7.8	44	3 >	5.5	10 >
س م2 ش3	27.1	7.7	34.2	7.8	45	3 >	5.5	10 >
س م2 م1	27.0	7.8	33.9	8.1	39	5>	3 >	10 >
س م2 م2	27.0	7.5	37.8	8.1	37	5 >	3 >	10 >
س م2 م3	27.0	7.9	36.5	8.0	37	5 >	3 >	10 >
س م2 غ1	26.9	7.5	35.3	8.6	28	10 >	3 >	10 >
س م2 غ2	26.9	7.5	33.7	8.6	26	10 >	3 >	10 >
س م2 غ3	26.9	7.4	34.6	8.5	24	28	3 >	10 >
س م3 ش1	27.0	7.6	35.1	5.5	20	3 >	3 >	3 >
س م3 ش2	27.0	7.7	36.6	5.6	18	3 >	3 >	3 >
س م3 ش3	27.0	7.5	33.7	6.0	20	3 >	3 >	3 >
س م3 م1	27.1	7.7	36.2	6.0	10	3 >	3 >	3 >
س م3 م2	27.1	7.6	36.5	6.1	11	3 >	3 >	3 >
س م3 م3	27.1	7.5	37.6	6.1	10	3 >	3 >	3 >
س م3 غ1	27.2	7.6	37.1	6.5	15	3 >	3 >	3 >
س م3 غ2	27.1	7.6	36.5	6.5	16	3 >	3 >	3 >
س م3 غ3	27.0	7.7	36.2	6.5	14	3 >	3 >	3 >
ص	27.2	7.6	54.2	3.0	0.3	3 >	3 >	3 >

- (م1) 20متر (م2) 100متر (م3) 150 متر
- (ش) شرق (م) امام ــ شمال (غ) غرب
- (ص) الشاهد

الجدول 2.نتائج التحاليل الفيزوكيميائية والبيولوجية لمياه البحر عند كل محطة من المحطات الثلاث لمصب الاندلسي في الشهر الثاني (يوليو 2025)

العينة (الرمز)	درجة الحرارة (م°)	الاس الهيدروجيني (PH)	الاملاح الذائبة الكلية (TDS) (جرام/ لتر)	النترات (NO_3) (ملجرام/ لتر)	المتطلب الحيوي للأكسجين (BOD) (ملجرام/ لتر)	مجموعة بكتيريا القولون Coli form-group خلية/100مل	مجموعة البكتيريا الغائطية Faecal-Coli form خلية/100مل	العدد الكلي للبكتيريا Coli form-group خلية/100مل
س م1 ش1	30.1	7.4	38.3	11.1	40	$> 1.1\times10^{4}$	$> 1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
س م1 ش2	30.0	7.2	32.7	11.1	40	$> 1.1\times10^{4}$	$> 1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
س م1 ش3	30.1	7.5	35.6	11.1	40	1.1×10^{4}	$> 1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
س م1 م1	30.0	7.7	37.4	11.1	32	$> 1.3\times10^{4}$	$> 1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
س م1 م2	30.1	7.6	33.7	11.1	30	$> 1.3\times10^{4}$	$> 1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
س م1 م3	30.1	7.9	35.6	11.0	30	$> 1.3\times10^{4}$	$> 1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
س م1 غ1	30.1	7.4	37.4	11.8	42	$> 1.6\times10^{5}$	$> 1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
س م1 غ2	30.1	7.2	33.7	11.8	42	$> 1.6\times10^{5}$	$> 1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
س م1 غ3	30.1	7.7	36.6	11.8	42	$> 1.6\times10^{5}$	$> 1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
س م2 ش1	30.1	7.8	34.8	7.8	43	< 3	5.5	< 10
س م2 ش2	30.1	7.1	35.6	7.8	44	< 3	5.5	< 10
س م2 ش3	30.1	7.7	34.2	7.8	43	< 3	5.5	< 10
س م2 م1	30.1	7.8	33.9	8.1	36	<5	< 3	< 10
س م2 م2	30.1	7.5	37.8	8.1	36	< 5	< 3	< 10
س م2 م3	30.1	7.9	36.5	8.0	36	< 5	< 3	< 10
س م2 غ1	30.1	7.5	35.3	8.6	22	< 10	< 3	< 10
س م2 غ2	30.1	7.5	33.7	8.6	21	< 10	< 3	< 10
س م2 غ3	30.1	7.4	34.6	8.5	22	28	< 3	< 10
س م3 ش1	30.1	7.6	35.1	5.5	20	< 3	< 3	< 3
س م3 ش2	30.1	7.7	36.6	5.6	18	< 3	< 3	< 3
س م3 ش3	30.1	7.5	33.7	6.0	20	< 3	< 3	< 3
س م3 م1	30.1	7.7	36.2	6.0	10	< 3	< 3	< 3
س م3 م2	30.1	7.6	36.5	6.1	11	< 3	< 3	< 3
س م3 م3	30.1	7.5	37.6	6.1	10	< 3	< 3	< 3
س م3 غ1	30.1	7.6	37.1	6.5	15	< 3	< 3	< 3
س م3 غ2	30.1	7.6	36.5	6.5	16	< 3	< 3	< 3
س م3 غ3	30.1	7.7	36.2	6.5	14	< 3	< 3	< 3
ص	32.0	7.6	54.2	3.2	0.3	< 3	< 3	< 3

- (م1) 20متر (م2) 100متر (م3) 150 متر
- (ش) شرق (م) امام ــ شمال (غ) غرب
- (ص) الشاهد

الجدول 3.نتائج التحاليل الفيزوكيميائية والبيولوجية لمياه البحر عند كل محطة من المحطات الثلاث لمصب الاندلسي في الشهر الثالث (اغسطس 2025)

العينة (الرمز)	درجة الحرارة (م°)	الاس الهيدروجيني (PH)	الاملاح الذائبة الكلية (TDS) (جرام/ لتر)	النترات (NO3) (ملجرام/ لتر)	المتطلب الحيوي للأكسجين (BOD) (ملجرام/ لتر)	مجموعة بكتيريا القولون Coli form-group خلية/100مل	مجموعة البكتيريا الغائطية Faecal-Coli form خلية/100مل	العدد الكلي للبكتيريا Coli form-group خلية/100مل
س م1 ش1	31.1	7.4	38.3	10.0	43	$10^{4}\times1.2$ <	$10^{5}\times1.1$ <	$10^{5}\times1.4$
س م1 ش2	31.1	7.2	32.7	10.0	40	$10^{4}\times1.1$ <	$10^{5}\times1.1$ <	$10^{5}\times1.4$
س م1 ش3	31.1	7.5	35.6	9.9	38	$10^{4}\times1.1$	$10^{5}\times1.1$ <	$10^{5}\times1.4$
س م1 م1	31.1	7.7	37.4	11.1	30	$10^{4}\times1.3$ <	$10^{5}\times1.1$ <	$10^{5}\times1.4$
س م1 م2	31.1	7.6	33.7	11.1	29	$10^{4}\times1.3$ <	$10^{5}\times1.1$ <	$10^{5}\times1.4$
س م1 م3	31.1	7.9	35.6	11.0	29	$10^{4}\times1.3$ <	$10^{5}\times1.1$ <	$10^{5}\times1.4$
س م1 غ1	31.1	7.4	37.4	11.5	30	$10^{5}\times1.5$ <	$10^{5}\times1.1$ <	$10^{5}\times1.4$
س م1 غ2	31.1	7.2	33.7	11.6	32	$10^{5}\times1.5$ <	$10^{5}\times1.1$ <	$10^{5}\times1.4$
س م1 غ3	31.1	7.7	36.6	11.6	32	$10^{5}\times1.5$ <	$10^{5}\times1.1$ <	$10^{5}\times1.4$
س م2 ش1	31.1	7.8	34.8	7.8	45	3 >	5.5	10 >
س م2 ش2	31.1	7.1	35.6	7.8	44	3 >	5.5	10 >
س م2 ش3	31.1	7.7	34.2	7.8	45	3 >	5.5	10 >
س م2 م1	31.1	7.8	33.9	8.1	39	5>	3 >	10 >
س م2 م2	31.1	7.5	37.8	8.1	37	5 >	3 >	10 >
س م2 م3	31.1	7.9	36.5	8.0	37	5 >	3 >	10 >
س م2 غ1	31.1	7.5	35.3	8.6	28	10 >	3 >	10 >
س م2 غ2	31.1	7.5	33.7	8.6	26	10 >	3 >	10 >
س م2 غ3	31.1	7.4	34.6	8.5	24	28	3 >	10 >
س م3 ش1	31.1	7.6	35.1	5.5	20	3 >	3 >	3 >
س م3 ش2	31.1	7.7	36.6	5.6	18	3 >	3 >	3 >
س م3 ش3	31.1	7.5	33.7	6.0	20	3 >	3 >	3 >
س م3 م1	31.1	7.7	36.2	6.0	10	3 >	3 >	3 >
س م3 م2	31.1	7.6	36.5	6.1	11	3 >	3 >	3 >
س م3 م3	31.1	7.5	37.6	6.1	10	3 >	3 >	3 >
س م3 غ1	31.1	7.6	37.1	6.5	15	3 >	3 >	3 >
س م3 غ2	31.1	7.6	36.5	6.5	16	3 >	3 >	3 >
س م3 غ3	31.1	7.7	36.2	6.5	14	3 >	3 >	3 >
ص	31.1	7.6	54.2	3.0	0.3	3 >	3 >	3 >

- (م1) 20متر (م2) 100متر (م3) 150 متر
- (ش) شرق (م) امام ــ شمال (غ) غرب
- (ص) الشاهد

الجدول 4.نتائج التحاليل الفيزوكيميائية والبيولوجية لمياه البحر عند كل محطة من المحطات الثلاث لمصب قاعة الشعب في الشهر الأول (يونيو 2025)

العينة (الرمز)	درجة الحرارة (م°)	الاس الهيدروجيني (PH)	الاملاح الذائبة الكلية (TDS) (جرام/ لتر)	النترات (NO3) (ملجرام/ لتر)	المتطلب الحيوي للأكسجين (BOD) (ملجرام/ لتر)	مجموعة بكتيريا القولون Coli form-group خلية/100مل	مجموعة البكتيريا الغائطية Faecal-Coli form خلية/100مل	العدد الكلي للبكتيريا Coli form-group خلية/100مل
ق م1 ش1	27.0	7.4	38.3	10.0	43	> 1.2×10^{4}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م1 ش2	27.0	7.2	32.7	10.0	40	> 1.1×10^{4}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م1 ش3	27.0	7.5	35.6	9.9	38	1.1×10^{4}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م1 م1	27.1	7.7	37.4	11.1	30	> 1.3×10^{4}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م1 م2	27.0	7.6	33.7	11.1	29	> 1.3×10^{4}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م1 م3	27.1	7.9	35.6	11.0	29	> 1.3×10^{4}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م1 غ1	27.0	7.4	37.4	11.5	30	> 1.5×10^{5}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م1 غ2	27.0	7.2	33.7	11.6	32	> 1.5×10^{5}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م1 غ3	27.0	7.7	36.6	11.6	32	> 1.5×10^{5}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م2 ش1	27.1	7.8	34.8	7.8	45	< 3	5.5	< 10
ق م2 ش2	27.1	7.1	35.6	7.8	44	< 3	5.5	< 10
ق م2 ش3	27.1	7.7	34.2	7.8	45	< 3	5.5	< 10
ق م2 م1	27.0	7.8	33.9	8.1	39	<5	< 3	< 10
ق م2 م2	27.0	7.5	37.8	8.1	37	< 5	< 3	< 10
ق م2 م3	27.0	7.9	36.5	8.0	37	< 5	< 3	< 10
ق م2 غ1	26.9	7.5	35.3	8.6	28	< 10	< 3	< 10
ق م2 غ2	26.9	7.5	33.7	8.6	26	< 10	< 3	< 10
ق م2 غ3	26.9	7.4	34.6	8.5	24	28	< 3	< 10
ق م3 ش1	27.0	7.6	35.1	5.5	20	< 3	< 3	< 3
ق م3 ش2	27.0	7.7	36.6	5.6	18	< 3	< 3	< 3
ق م3 ش3	27.0	7.5	33.7	6.0	20	< 3	< 3	< 3
ق م3 م1	27.1	7.7	36.2	6.0	10	< 3	< 3	< 3
ق م3 م2	27.1	7.6	36.5	6.1	11	< 3	< 3	< 3
ق م3 م3	27.1	7.5	37.6	6.1	10	< 3	< 3	< 3
ق م3 غ1	27.2	7.6	37.1	6.5	15	< 3	< 3	< 3
ق م3 غ2	27.1	7.6	36.5	6.5	16	< 3	< 3	< 3
ق م3 غ3	27.0	7.7	36.2	6.5	14	< 3	< 3	< 3
ص	27.2	7.6	54.2	3.0	0.3	< 3	< 3	< 3

- (م1) 20متر (م2) 100متر (م3) 150 متر
- (ش) شرق (م) امام ــ شمال (غ) غرب
- (ص) الشاهد

الجدول 5.نتائج التحاليل الفيزوكيميائية والبيولوجية لمياه البحر عند كل محطة من المحطات الثلاث لمصب قاعة الشعب في الشهر الثاني (يوليو 2025)

العينة (الرمز)	درجة الحرارة (م°)	الاس الهيدروجيني (PH)	الاملاح الذائبة الكلية (TDS) (جرام/ لتر)	النترات (NO3) (ملجرام/ لتر)	المتطلب الحيوي للأكسجين (BOD) (ملجرام/ لتر)	مجموعة بكتيريا القولون Coli form-group خلية/100مل	مجموعة البكتيريا الغائطية Faecal-Coli form خلية/100مل	العدد الكلي للبكتيريا Coli form-group خلية/100مل
ق م1 ش1	30.0	7.4	38.3	10.0	43	$>1.2\times10^{4}$	$>1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
ق م1 ش2	30.0	7.2	32.7	10.0	40	$>1.1\times10^{4}$	$>1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
ق م1 ش3	30.1	7.5	35.6	9.9	38	1.1×10^{4}	$>1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
ق م1 م1	29.8	7.7	37.4	11.1	30	$>1.3\times10^{4}$	$>1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
ق م1 م2	29.8	7.6	33.7	11.1	29	$>1.3\times10^{4}$	$>1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
ق م1 م3	29.8	7.9	35.6	11.0	29	$>1.3\times10^{4}$	$>1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
ق م1 غ1	30.0	7.4	37.4	11.5	30	$>1.5\times10^{5}$	$>1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
ق م1 غ2	30.0	7.2	33.7	11.6	32	$>1.5\times10^{5}$	$>1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
ق م1 غ3	30.0	7.7	36.6	11.6	32	$>1.5\times10^{5}$	$>1.1\times10^{5}$	1.4×10^{5}
ق م2 ش1	29.9	7.8	34.8	7.8	45	<3	5.5	<10
ق م2 ش2	30.0	7.1	35.6	7.8	44	<3	5.5	<10
ق م2 ش3	29.9	7.7	34.2	7.8	45	<3	5.5	<10
ق م2 م1	30.1	7.8	33.9	8.1	39	<5	<3	<10
ق م2 م2	30.1	7.5	37.8	8.1	37	<5	<3	<10
ق م2 م3	30.0	7.9	36.5	8.0	37	<5	<3	<10
ق م2 غ1	29.8	7.5	35.3	8.6	28	<10	<3	<10
ق م2 غ2	29.8	7.5	33.7	8.6	26	<10	<3	<10
ق م2 غ3	29.8	7.4	34.6	8.5	24	28	<3	<10
ق م3 ش1	30.0	7.6	35.1	5.5	20	<3	<3	<3
ق م3 ش2	30.0	7.7	36.6	5.6	18	<3	<3	<3
ق م3 ش3	30.0	7.5	33.7	6.0	20	<3	<3	<3
ق م3 م1	29.9	7.7	36.2	6.0	10	<3	<3	<3
ق م3 م2	29.9	7.6	36.5	6.1	11	<3	<3	<3
ق م3 م3	29.9	7.5	37.6	6.1	10	<3	<3	<3
ق م3 غ1	30.0	7.6	37.1	6.5	15	<3	<3	<3
ق م3 غ2	30.1	7.6	36.5	6.5	16	<3	<3	<3
ق م3 غ3	30.0	7.7	36.2	6.5	14	<3	<3	<3
ص	28.5	7.6	54.2	3.0	0.3	<3	<3	<3

- (م1) 20متر (م2) 100متر (م3) 150 متر
- (ش) شرق (م) امام ــ شمال (غ) غرب
- (ص) الشاهد

الجدول 6.نتائج التحاليل الفيزوكيميائية والبيولوجية لمياه البحر عند كل محطة من المحطات الثلاث لمصب قاعة الشعب في الشهر الثالث (اغسطس 2025)

العينة (الرمز)	درجة الحرارة (م°)	الاس الهيدروجيني (PH)	الاملاح الذائبة الكلية (TDS) (جرام/لتر)	النترات (NO3) (ملجرام/لتر)	المتطلب الحيوي للأكسجين (BOD) (ملجرام/لتر)	مجموعة بكتيريا القولون Coli form-group خلية/100مل	مجموعة البكتيريا الغائطية Faecal-Coli form خلية/100مل	العدد الكلي للبكتيريا Coli form-group خلية/100مل
ق م1 ش1	31.0	7.4	38.3	10.0	43	> 1.2×10^{4}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م1 ش2	31.0	7.2	32.7	10.0	40	> 1.1×10^{4}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م1 ش3	30.8	7.5	35.6	9.9	38	1.1×10^{4}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م1 م1	30.1	7.7	37.4	11.1	30	> 1.3×10^{4}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م1 م2	30.1	7.6	33.7	11.1	29	> 1.3×10^{4}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م1 م3	30.1	7.9	35.6	11.0	29	> 1.3×10^{4}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م1 غ1	30.0	7.4	37.4	11.5	30	> 1.5×10^{5}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م1 غ2	30.0	7.2	33.7	11.6	32	> 1.5×10^{5}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م1 غ3	30.0	7.7	36.6	11.6	32	> 1.5×10^{5}	> 1.1×10^{5}	1.4×10^{5}
ق م2 ش1	30.1	7.8	34.8	7.8	45	< 3	5.5	< 10
ق م2 ش2	30.0	7.1	35.6	7.8	44	< 3	5.5	< 10
ق م2 ش3	30.1	7.7	34.2	7.8	45	< 3	5.5	< 10
ق م2 م1	29.8	7.8	33.9	8.1	39	<5	< 3	< 10
ق م2 م2	29.8	7.5	37.8	8.1	37	< 5	< 3	< 10
ق م2 م3	29.8	7.9	36.5	8.0	37	< 5	< 3	< 10
ق م2 غ1	29.9	7.5	35.3	8.6	28	< 10	< 3	< 10
ق م2 غ2	29.9	7.5	33.7	8.6	26	< 10	< 3	< 10
ق م2 غ3	30.0	7.4	34.6	8.5	24	28	< 3	< 10
ق م3 ش1	30.0	7.6	35.1	5.5	20	< 3	< 3	< 3
ق م3 ش2	30.0	7.7	36.6	5.6	18	< 3	< 3	< 3
ق م3 ش3	30.1	7.5	33.7	6.0	20	< 3	< 3	< 3
ق م3 م1	30.0	7.7	36.2	6.0	10	< 3	< 3	< 3
ق م3 م2	29.9	7.6	36.5	6.1	11	< 3	< 3	< 3
ق م3 م3	29.9	7.5	37.6	6.1	10	< 3	< 3	< 3
ق م3 غ1	29.8	7.6	37.1	6.5	15	< 3	< 3	< 3
ق م3 غ2	29.9	7.6	36.5	6.5	16	< 3	< 3	< 3
ق م3 غ3	30.0	7.7	36.2	6.5	14	< 3	< 3	< 3
ص	27.2	7.6	54.2	3.0	0.3	< 3	< 3	< 3

- (م1) 20متر (م2) 100متر (م3) 150 متر
- (ش) شرق (م) امام ــ شمال (غ) غرب
- (ص) الشاهد

الخلاصة

كشفت نتائج التحليل أن مياه الصرف الصحي غير المعالجة تُعدّ من أهم مصادر تلوث المحيطات في ساحل طرابلس. وأظهرت التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لعينات المياه المأخوذة من المصبات الساحلية أن مستويات النترات (No_3) والطلب البيولوجي للأكسجين(BOD) ، بالإضافة إلى العدد الكلي والبرازي للبكتيريا القولونية، كانت أعلى بكثير من تلك الموجودة في عينات الضبط المأخوذة من المناطق غير الملوثة. كما انخفضت هذه المؤشرات تدريجياً مع امتدادها إلى نقاط التصريف، مما يؤكد الآثار المباشرة لمياه الصرف الصحي على جودة المياه الساحلية. تُظهر هذه النتائج أن تلوث مياه البحر في طرابلس قد وصل إلى حد يتجاوز المعايير المسموح بها في مياه السباحة والصيد وفقاً للمعايير الدولية. وهذا مؤشر على مخاطر استمرار تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة، ليس فقط على صحة الإنسان، بل أيضاً على النظام البيئي البحري، الذي تعتمد عليه الحياة ويزدهر من خلاله الاقتصاد الساحلي.

التوصيات

- ❖ تركيب مرافق معالجة مياه الصرف الصحي المشتركة في طرابلس قبل إلقائها في البحر وفقاً للمعايير الدولية لحماية البيئة.
- ❖ تفعيل برامج رصد ومراقبة جودة مياه البحر بانتظام على طول الساحل الليبي، بالتعاون مع الهيئة العامة للبيئة ومراكز البحوث.

- ❖ سنّ قوانين محلية صارمة ضدّ إلقاء مياه الصرف الصحي غير المعالجة في البحر، وإلزام المنشآت الصناعية والسكنية بأنظمة معالجة فعّالة.
- ❖ زيادة الوعي البيئي لدى المواطنين والصيادين المحليين بمخاطر التلوث البحري على صحة السكان ومصايدهم السمكية.
- ❖ تشجيع البحوث العملية حول خيارات المعالجة البيئية منخفضة التكلفة، بما في ذلك المعالجة بالنباتات أو معالجة الأغشية الحيوية.
- ❖ إنشاء قاعدة بيانات وطنية لتسجيل نتائج التحليل البحري وتطوير مؤشرات التلوث، مما يُساعد في اتخاذ القرارات المتعلقة بالبيئة والتخطيط الساحلي المستدام.

المراجع:

1. أحمد .ع. عبدالجواد (1991) . المنهج الاسلامي لعلاج تلوث البيئة. الدار العربية للنشر والتوزيع.
2. يسري الجوهري (2017). جغرافية البحر المتوسط. دار المعارف للنشر الاسكندرية.
3. حارث, جبار فهد. ربيع، عادل مشعان (2001). التلوث المائي – مصادره، مخاطرة، معالجته. مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، الأردن.
4. عليبي، سناء. و محمدي، سميحة. وحسن، وفاء. وبن منصور، الهادي." (2020). دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية والبكتيرية لمياه شاطئ البحر برجسيس في المهدية ـ تونس"، المجلة العربية للبحث العلمي.
5. بغني، بن عيسى. التركي،المنقوش. (1998) دراسة مستوي التلوث بالعناصر الثقيلة على امتداد شاطئ البحر لمدينة طرابلس ،مجلة الهندسي.
6. الهيئة العامة للبيئة (2023). تقرير الرصد البيئي السنوي للسواحل الليبية. طرابلس، ليبيا.
7. UNEP (2023). Mediterranean Marine Pollution Assessment Report. United Nations Environment Programme.
8. WHO (2022). Guidelines for Safe Recreational Water Environments. World Health Organization.
9. Li, Y., et al. (2021). Nutrient enrichment and eutrophication in coastal marine ecosystems. Marine Pollution Bulletin, 170, 112659.
10. Harwood, V. J., et al. (2020). Microbial indicators of fecal contamination in coastal waters. Water Research, 182, 115944.
11. Karkman, A., et al. (2022). Antibiotic resistance in aquatic environments: global trends and solutions. Nature Reviews Microbiology, 20(7), 440–453.
12. Ali, S., et al. (2020). Microbiological and physicochemical evaluation of Mediterranean coastal waters. Arabian Journal of Science.
13. El Khatib, A., et al. (2021). Coastal pollution assessment in Eastern Mediterranean.* Environmental Monitoring and Assessment, 193(5), 254.