University of Benghazi
Faculty of Education Al marj
Global Libyan Journal

جامعة بنغازي
كلية التربية المرج
المجلة الليبية العالمية

العدد الثاني عشـــر - ديسمبر 2016

تعيين تراكيز العناصرالثقيلة في مياه البحر الشاطئية القريبة من مخارج مياه الصرف الصحي غيرالمعالجة بمدينة طرابلس

*** خالد يحي العزابي، ** عائشة محمد الاعور، *** مسعود طريش، **** عزيزة الشتيوي، ***** فاطمة الغرياني.**

(* مركز البحوث النووية، إدارة الكيمياء الاشعاعية صندوق بريد 30878 طرابلس – ليبيا

** جامعة طرابلس ، كلية التربية والاداب، طرابلس – ليبيا)

University of Benghazi
Faculty of Education Al marj
Global Libyan Journal

جامعة بنغازي
كلية التربية المرج
المجلة الليبية العالمية

العدد الثاني عشـــر - ديسمبر 2016

تعيين تراكيز العناصرالثقيلة في مياه البحر الشاطئية القريبة من مخارج مياه الصرف الصحي غيرالمعالجة بمدينة طرابلس

المستخلص:

يعتبر إيداع مياه الصرف الصحي غير المعالجة (مياه المجاري) بالمسطحات المائية العذبة والمالحة من أسباب تدهور البيئة المائية (انهار وبحار) بعد أن كانت شريان الحياة يحمل الرفاهية والصحة للإنسان وأصبح هذا الشريان سبباً من أسباب هلاكه. نتيجةً لصرف تلك المياه العادمة في البحر، تزداد فيها نسب وكمية الملوثات بجميع أنواعها، لا سيما الملوثات الكيميائية منها مثل العناصر الثقيلة.

استهدفت الدراسة رصد مجموعة من مخارج مياه الصرف الصحي غير المعالجة التي تسهم في إيداع تلك المياه بالشواطئ البحرية داخل مدينة طرابلس مثل مخرج منطقة تاجوراء الفنار، سوق الجمعة، ميناء الشعاب، خلف ذات العماد، أمام فندق أبوليلى، باب قرقارش، وجنزور. من خلال الدراسة تم تعيين الشواطئ بشكل ظاهري، يليها تم تقدير بعض الخصائص الفيزوكيميائية كالأس الهيدروجيني pH، درجات الحرارة، والملوحة (S). أخيراً تم تعيين تراكيز العناصر الثقيلة في عينات مياه تلك الشواطئ.

ظاهرياً كان هناك تفاوت في لون ورائحة مياه تلك الشواطئ التي اعتمدت على موقع المخرج وكمية المياه التي تصرف عبر المخرج وغيرها. بينما بلغت درجات الحرارة 23.90 م^{o} كأدنى درجة و 27.51 م^{o} كاقصى درجة متمثلة في شواطئ كل من منطقة تاجوراء الفنار ومنطقة باب قرقارش على التوالي. أما الاس الهيدروجيني pH للعينات فقد تراوح ما بين 7.2 و 8.3 مما يعني أنها تلائم القيم المحددة لصلاحية المياه للسباحة والصيد.

فيما يتعلق بجانب التحاليل الكيميائية، أظهرت النتائج وجود تلوث بالمعادن الثقيلة التي فاقت تراكيزها العيارية بفعل إيداع مياه المجاري في البحر. حيث كانت عينات المياه القريبة من مخارج منطقة جنزور وتاجوراء تتميز بإرتفاع في متوسط تراكيز الرصاص Pb حيث بلغت ما يقارب 0.024 ملجم/لتر لكليهما. بينما كانت مناطق باب قرقارش وخلف ذات العماد وبرج أبو ليلى تتميز بإرتفاع متوسطات تراكيز السلينيوم Se بقيم تصل إلى 0.46، 0.28، 0.22 ملجم/لتر على التوالي. أما فيما يتعلق بالزئبق فقد كانت النتائج لمتوسطات التراكيز تتميز بإرتفاع قدره يقارب 0.17 ملجم/لتر في منطقتي برج أبو ليلى وباب قرقارش. وأخيراً، تميزت جميع المناطق بمتوسطات قيم تراكيز الزنك Zn والكادميوم Cd بقيم تقل عن 0.01 ملجم/لتر.

الكلمات المفتاح: التلوث، العناصر الثقيلة، مخارج مياه الصرف الصحي غير المعالجة، مياه البحر الشاطئية.

المقدمـة.

أشارت العديد من الدراسات البحثية إلى أن تراكيز الملوثات تزداد بجميع أنواعها في المسطحات المائية العذبة والمالحة عبر صرف المياه العادمة بها، بعد أن كانت شرايين حية تحمل الرفاهية والصحة للإنسان، فأصبحت سبباً من أسباب هلاكه؛ ولعلَ أبرزها ما جاء في تقرير منظمة الصحة العالمية في دراسة البنك الدولي عن العالم الثالث والتي أشارت إلى أن حوالي 9.0 مليون شخص يموتون سنوياً في الدول النامية بسبب أمراض تلوث المياه وسوء التغذية (1).

تتمثل خطورة التلوث البحري بفعل تصريف مياه الصرف الصحي المنزلية والصناعية في القضاء على الاحياء المستعملة كغذاء للأسماك والتأثير على هجرة الأسماك، سلوك الاحياء، أماكن وضع البيض، دورة الحياة والتفاعلات الفسيولوجية، وتسهم في إنتشار الأمراض. كما أن للتلوث البحري بفعل مياه الصرف الصحي تأثيرات أخرى تكمن في التأثير على الصيد، أماكن الصيد وانتاج المصائد وأخيراً لا يمكن تجاهل تأثير التلوث البحري على الإنسان الذي يعتمد على الأسماك والطحالب البحرية ضمن سلسلته الغذائية (2، 3).

تؤدى زيادة تراكيز العناصر الثقيلة في المكونات الغذائية عن الحدود المسموح بها الى أضرار صحية بالغة التعقيد نظراً لتميزها بالتراكم الحيوي، وعدم قابليتها للتحلل الحيوي إضافة إلى كونها تسبب أضراراً صحية أحياناً مميتة عند تراكيز ضئيلة جداً (4، 5)، وعدد من الأمراض الحادة والمزمنة.

شهدت ليبيا منذ زمن ليس بالبعيد تطور وأتساع عمراني وكثافة سكانية عالية في المدن لاسيما المطلة على حوض البحر المتوسط، مما نتج عنه أستهلاك وصرف كميات هائلة من المياه لتلبية الاحتياجات اليومية للأغراض المنزلية والصناعية، وفي المقابل توليد كميات هائلة من المياه الصرف الصحي. يؤدي الافتقار للتخطيط العمراني السليم، وأنعدام فصل شبكات مياه الصرف الصحي المنزلي عن الصناعي والاقتصار على مركز وحيد لمعالجة مياه الصرف الصحي داخل مدينة تعج بضخامة سكانية الى التعامل مع تلك المياه العادمة في بعض مناطق ومدن ليبيا بشكل غير منظم وحضاري حيث يتم اللجوء الى إيداعها عبر مخارج الى البحر؛ تعتبر تلك المياه عنصر تلوث للبيئة ومكوناتها.

أن عملية تصريف مياه لمجاري وما تحتويه من مواد كيميائية أهمها المعادن الثقيلة تعتبر أحد المصادر الهامة المساهمة في الاضرار بالحياة البحرية وأنقراض الكثير من أنواع الاسماك والاسهام في خسارة الدولة للثروة البحرية وربما أصابة المواطنين الذين يعتمدون على البحر كعنصر أستجمام ومورد للغذاء بالأمراض الفتاكة وكذلك خسارة الدولة للملايين من الدنانير كنتيجة لمثل هذه الاساليب في معالجة التخلص من مياه المجاري عوضاً عن إيجاد الحلول والحد من تفاقم المشكلة عبر عمليات المعالجة التقليدية لتلك المياه ومحاولة الاستفادة منها في ري المناطق الخضراء والمزارع الانتاجية والرعوية.

تتمثل أهمية الدراسة بشكل أساسي في التعرف على مدى جدوى تحليل مجموعة من عينات المياه في عدد من الشواطئ المتواجد بالقرب منها مخارج تصريف مياه المجاري، وكذلك عينات للمياه من مسافات متباعدة داخل البحر، الأمر الذي قد يسهم في معرفة مستويات التلوث بعدد من الملوثات الكيميائية ذات الخطورة على البيئة البحرية وكذلك الصحة العامة.

ولذلك تتلخص أهداف الدراسة في التعرف على تأثير تصريف مياه المجاري على خصائص المياه الشاطئية داخل مدينة طرابلس، والتعرف على توزيع تراكيز المعادن الثقيلة المعنية بالدراسة بالمياه الشاطئية القريبة من مخارج الصرف الصحي غير المعالجة، كذالك محاولة رسم صورة للآثار السلبية المتوقعة التي قد يسببها هذا التصرف غير الصحيح على الصحة العامة والبيئة.

المـواد وطرق البحث:

شملت الدراسة مجموعة من الشواطئ الليبية وتحديداً شواطئ مدينة طرابلس والتي تمثلت في الآتي: شاطئ منطقة باب قرقارش ضمن مسافة 20 متر، شاطئين بمنطقة باب البحر وهما شاطئ خلف ذات العماد والشاطئ المقابل لفندق ابوليلى ضمن مسافة أقل من 0.5 كيلومتر، شاطئ ميناء الشعاب، شاطئ بمنطقة جنزور ضمن 20 متر، شاطئ بمنطقة تاجوراء الفنار ضمن مسافة اقل من 25 متر، شاطئ بمنطقة سوق الجمعة ضمن مسافة قدرها تقريبياً أقل 50 متر.

تناولت الدراسة الميدانية التعرف على الخصائص المورفولوجية للشواطىء المعنية بالدراسة. تم أيضاً من خلال الدراسة الميدانية جمع عينات من الشواطئ القريبة من مخارج التصريف. كان ذلك عند منتصف شهر أكتوبر من سنة 2013 وهي متمثلة في اربعة عينات متكررة مياه سطحية عند عمق (50) سم، ثم وضعت في قنينات بلاستيكية معقمة ونظيفة سعتها (250) مل. تم جمع العينات من المياه الشاطئية وعلى مسافات شبه متقاربة ومتساوية وحفظها في المبرد عند درجة حرارة منخفضة حتى الوصول إلى المعمل. بينما تم إجراء التحاليل اللازمة وهي قياس درجات الحرارة، الاس الهيدروجيني pH، ومستوى الملوحة (S) لعينات مياه البحر عند عين المكان ومباشرةً باستخدام جهاز متعدد الوظائف وهو من نوع Hach طراز MP6 صنع بالولايات المتحدة USA.

قدرت تراكيز العناصر الثقيلة لعينات مياه البحر الشاطئية بواسطة جهاز مطياف الانبعاث المرئي المزدوج حثياً بالبلازما (Inductively coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy, ICP-OES) نوع Optima ، موديل 7300 DV شركة Perkin Elmer وصنع USA.

النتـائج والمناقشـة:

تعتبر الخصائص الفيزوكيميائية لمياه البحر من المؤشرات الاساسية التي تعتمد عليها برامج البيئة البحرية وحمايتها من التلوث. إضافة إلى ذلك، للخواص الفيزوكيميائية لمياه البحر تأثير مباشر على بقاء ونشاط الكائنات الدقيقة البحرية وتلك المصاحبة لمياه الصرف الصحي في البيئة البحرية. لذلك فقد تم دراسة بعض الخصائص الفيزوكيميائية لعينات مياه البحر تم سحبها من شواطئ قريبة من مخارج لصرف مياه المجاري عند مجموعة من المواقع شملتها الدراسة.

جدول (1): نتائج تحاليل فيزوكيميائية للمياه الشاطئية عند كل موقع دراسة على بعد 20 م وعمق 50 سم.

تسلسل	الموقع	درجة الحرارة، م^{o}	اس هيدروجيني، pH	الملوحة (S)، جم/كجم
1	جنزور	24.76	8.25	36.4
2	باب قرقارش	27.51	7.2	32.5
3	أمام برج أبوليلى	26.60	7.7	35.2
4	خلف ذات العماد	26.50	7.6	35.6
5	ميناء الشعاب	26.52	7.8	34.0
6	سوق الجمعة	24.30	7.9	36.0
7	تاجوراء الفنار	23.90	8.3	35.5

* القيم تعبر عن متوسط اربع قراءات في الجدول

إضافةً إلى ذلك، تعتبر الخصائص الفيزوكيميائية أيضا من المؤشرات التي يستدل من خلالها على جودة مياه البحر الشاطئية ومدى تأثير عمليات صرف المياه العادمة في جودة تلك المياه الشاطئية. يستخدم التغير في هذه الخواص أجهزة خاصة ويُعتمد أيضاً في تقديرها المشاهدة بالعين المجردة وحاسة الشم. يبين الجدول (1) نتائج التحاليل الفيزوكيميائية لعينات البحر عند كل موقع شملته الدراسة.

كان المتوسط العام لدرجات الحرارة، والاس الهيدروجيني pH، والملوحة (S) لمياه البحر البعيدة قليلاً عن المياه الشاطئية والقريبة من جميع مخارج التصريف لمياه المجاري معظم فترة الدراسة يقارب 25.6 م^{o}، 8.6، و41 جم/كجم على التوالي، وفي هذا الصدد تم تعيينها في هذه الدراسة كعينة مرجعية Reference Sample فيما يتعلق بهذه المؤشرات الفيزوكيميائية.

سُجلت أعلى درجة حرارة (27.51) م^{o} عند مخرج تصريف باب قرقارش كما هو موضح بالجدول (1) خلال أحدى فترات الدراسة كنتيجة لأرتفاع درجات الحراة للطقس وسطوع الشمس وزمن جمع وقياس العينة، أضافةً إلى ذلك، وجود المخرج في موقع شبه مغلق مع البحر. يتفق ذلك مع النتائج التي توصلت اليها بن طالب وآخرون سنة 1987 (6)، حيث سجلت أعلى درجة حرارة (27.23) م^{o} بمنطقتين شاطئتين بالقرب من مخارج للتصريف على الشاطىء البحري لتاجوراء خلال شهر أكتوبر. إما أدنى درجة حرارة (21.90 م^{o}) فقد سجلت خلال فترةما قبل الظهيرة بشاطىء تاجوراء الفنار المفتوح على البحر بشكل أكبر إلى حدٍ ما.

من ناحية أخرى، تم تسجيل أعلى ثاني متوسطات لدرجات الحرارة معظم فترات الدراسة بمياه البحر الشاطئية المقابل لمخرج التصريف عند ميناء الشعاب وكذلك الحال في المياه الشاطئية الموجودة أمام برج أبوليلى وخلف ذات العماد وقد كانت ما يقارب (26.6) م^{o} لكليهما، ويعود السبب في ارتفاع درجة الحرارة مرة أخرى ربما إلى أن هذه المخارج وما يماثلها (باب قرقارش) تقع في مناطق مغلقة إلى حدٍ ما، حيث لا يتم إختلاط مياه الصرف الصحي بمياه البحر بنفس السرعة والعمق الكبير لوحدة التصريف والدفق الهائل لمياه الصرف التي تتم في المناطق المفتوحة كشواطىء منطقة تاجوراء الفنار وسوق الجمعة وجنزور التي سجلت قيم درجات حرارة عند (23.90) م^{o} و (24.30) م^{o} (24.76) م^{o} على التوالي.

من خلال المشاهدة، فقد لوحظ أن تصريف مياه المجاري أدى إلى تغير ملحوظ في لون ورائحة البحر، وخاصة الشواطىء المقابلة لمخرج تصريف باب قرقارش، ميناء الشعاب، برج أبوليلى، خلف ذات العماد وسوق الجمعة وميناء الشعاب وتاجوراء الفنار، حيث كان لون المياه يميل إلى اللون البني الفاتح وتفوح منه رائحة البيض الفاسد (كبريتيد الهيدروجين) وقد أمتد هذا التأثير أيضاً إلى صخور ورمال الشواطىء في هذه المناطق، حيث أصبحت سوداء اللون، وأن ذلك قد يكون نتيجة ارتفاع مستوى التلوث البكتيري. إن تلك الاستنتاجات قد تسهم في دعم ما تم التوصل اليها من نتائج ذات العلاقة بإرتفاع درجات الحرارة. ففي أحدى الدرسات، هناك استنتاج مفاده أن ارتفاع درجات الحرارة في مياه البحر الشاطئية القريبة من مخارج التصريف كنتيجة لارتفاع مستوى التلوث البكتيري (7).

إضافة إلى تغير اللون والرائحة فقد لوحظ وجود أنواع مختلفة من الموادالطافية على سطح مياه البحر الشاطئية خاصةً عند موقع الفنار، قرقارش وقد اشتملت المواد الطافية فتات وقطع خشبية وفتات من النايلون وتناثر قطع برازية وغيرها من النفايات وقد ساعد على ذلك ربما وجود العديد من موادالبناء على شواطئ بعض المخارج.

يعتبر تغير اللون أو رائحة مياه البحر ووجود مواد طافية على سطحه مخالف للمواصفات القياسية الخاصة بمياه السباحة كما نص عليه دليل المجلس الاوربي لجودة مياه البحر للسباحة (8).

للنشاط البيولوجي والمضافات من المواد الكيميائية لمياه البحر مثلما يحدث عند تصريف مياه المجاري فيها عادةً تأثير على الأس الهيدروجيني (pH). أن الأس الهيدروجيني (pH) لمياه الأحواض (مغلقة أو مفتوحة) قبل أن يساهم النشاط البيولوجي في اضافة أو إزالة ثاني أكسيد الكربون (CO_2) من الماء هو دالة لقاعدية الماء. وفقاً لدليل المجلس الاوروبي الخاص بجودة مياه البحر للسباحة (8) فإن الاس الهيدروجيني (pH) يجب أن يتراوح بين 6.0 – 9.0. إن إجراء عملية قياس وتقدير درجة الاس الهيدروجيني pH كمتغير يعتبر عامل مهم ومباشر على بقاء نشاط الكائنات الميكروبية في مياه البحر. أستناداً على النتائج المتحصل عليها والمبينة في جدول (1)، يمكن ملاحظة أن متوسط قيم الاس الهيدروجيني لجميع العينات يتراوح ما بين 7.1 – 8.3. مقارنة هذه القيم بقيمة العينة المرجعية (pH = 8.6)، يتضح أن لتصريف مياه المجاري، كميتها، وموقع المخرج (من حيث كونه مغلق أومفتوح على البحر) في البحر تأثير على قيمة الاس الهيدروجيني pH عند الشواطئ القريبة من المخارج المعنية بالدراسة. بالرغم من ذلك فهي تبقى ضمن المعايير المسموح بها التي حددت من قبل دليل المجلس الاروبي الخاص بجودة مياه السباحة.

تستخدم خاصية الملوحة (S) كمؤشر ومقياس للمذابات الصلبة الكلية Total Dissolved Solids, TDS في مياه البحر (9). في هذا الجانب، تتميز مياه البحر بشدة الملوحة حيث تصل الملوحة (S) فيها إلى 40 في الألف كما يحدث في شرق البحر المتوسط الذي يعتبر من المناطق البحرية عالية الملوحة ذات الوفرة في الحياة المائية. وبالرغم من شدة الملوحة للعديد من مياه البحار إلا أنها تمثل بيئة صالحة لنمو العضويات سواء كانت احياء حيوانية أو نباتية. من ضمن ما تتأثر به ملوحة مياه البحر بشكل عام معدلات تصريف مياه الصرف الصحي المنزلي والصناعي غير المعالجة (10). تراوحت القيم المتحصل عليها والمسجلة في جدول (1) والخاصة بشدة الملوحة ما بين 32.0 ملجم/كجم كأدنى قيمة في منطقة باب قرقارش المتميزة بشبه إنغلاق عن البحر و 36.8 ملجم/كجم في منطقة جنزور المفتوحة على البحر تماماً. مرة أخرى أن كمية مياه الصرف وموقع المخرج كان سببين رئيسيين في إنخفاض وأرتفاع شدة الملوحة في المواقع المعنية بالدراسة.

لمياه البحر خواص كيميائية تختلف كلياً عن المياه النقية كما أنها تختلف فيما بينها نظراً لاختلاف البحار وتظاريس تكوينها من مكان لأخر. بالرغم من ذلك، فإن هناك مواصفات عامة تعد قاسم مشترك بينها نسرد البعض منها في التالي:

تم تقدير تراكيز العناصر الثقيلة HMs المعنية بالدراسة باستخدام جهاز مطياف الانبعاث المرئي المزدوج حثياً بالبلازما (ICP-OE Spectroscopy) وذلك بعد اجراء عمليات الأستخلاص والهضم لهم، وفقاً للطريقة المشار اليها في المنشورات الامريكية لجمعية الصحة American Publications Health Associciation, APHA رقم (301) (11).

جدول (2): نتائج تحاليل العناصر الثقيلة (ملجم/لتر) بمياه البحر الشاطئية القريبة من مخارج التصريف.

تسلسل	الموقع	Cd	Zn	Pb	Hg	Se
1	جنزور	< 0.01	> 0.01	0.024	0.13	0.18
2	باب قرقارش	< 0.01	> 0.01	0.013	0.15	0.46
3	أمام برج أبوليلى	< 0.01	> 0.01	0.021	0.17	0.22

4	خلف ذات العماد	< 0.01	> 0.01	> 0.01	0.10	0.28
5	ميناء الشعاب	< 0.01	> 0.01	> 0.01	0.12	0.18
6	سوق الجمعة	< 0.01	> 0.01	> 0.01	0.13	> 0.01
7	تاجوراء	< 0.01	> 0.01	0.023	0.11	0.12

يشيرالجدول (2) إلى أن متوسطات تراكيز العناصر الثقيلة في عينات مياه البحر الشاطئية عند مختلف مخارج التصريف المعنية بالدراسة بطرابلس كانت (< 0.01) ملجم/لتر بالنسبة لعنصري الكادميوم Cd والزنك Zn. هذه القيم تعتبر أقل بكثير من القيم المنصوص عليها ضمن الأشتراطات الليبية للحدود المسموح بها للمعادن الثقيلة كالكادميوم Cd (0.02 ملجم/لتر) والزنك Zn (2.6 ملجم/لتر) في مياه الصرف غير المعالجة (27).

تقارير علمية تشير إلى أن تراكيز عنصر الكادميوم Cd تقل طبيعياً في مياه البحار غير الملوثة عن 0.001 ملجم/لتر. كما أن معظم أنواع الطعام العادي يحتوي على آثار ضئيلة جداً من الكادميوم Cd (< 10 ميكروجم/كجم جاف). إلا أن هذا التركيز قد يرتفع عدة مرات في حالة الاحياء البحرية التي تعيش وتتغذي بالقرب من مخارج التصريف، وترتفع أيضاً في المياه المختلطة بسوائل الصرف الصناعي (12). يوجد الكادميوم Cd ضمن مخلفات المصانع البلاستيك ومصانع البطاريات وبالتالي فهي تتواجد في مياه الصرف لهذه المصانع. يسبب الكادميوم التسمم للأسماك حتى عند التعرض إلى تراكيز ضئيلة جداً، ومن أعراضه عدم فقص البيض، ايقاف نمو اليرقات، والأنيميا (13).

بينما يُعرف عنصر الزنك Zn بأهميته لبعض انزيمات عمليات النمو والتطوير لخلايا الجسم ومهم أيضاً في عمليات الهضم وانتاج الاحماض النووية وفي نظام جهاز المناعة ضد الامراض. كما أنه معروف بمساعدته للانزيمات المختصة بعمليات الاخصاب. عند تواجد عنصر Cd وأحلاله محل Zn في جسم الانسان فإن نقص عنصر Zn يكون سبباً لهدم الأحماض النووية والاضرار للخصيتين (12).

عندما تتغذى بعض الأحياء البحرية على اغذية ملوثة بالزنك Zn، فإن تراكيزه العالية تتسبب في صعوبة التنفس ونفوق الاسماك، ويصل التسمم به للإنسان عبر السمك الملوث ليسبب ألم شديد في المعدة وضعف في العضلات واحياناً فشل كلوي حاد (13).

من خلال نتائج الدراسة يتبين أن تراكيز الزنك Zn كانت أقل من تلك النتائج التي توصل اليها (14) عندما قام بدارسة مدى تلوث مياه البحر المتوسط بمياه المجاري عند مناطق بمدينة طرابلس مثل جنزور وقرقارش وفي مدينتي أبي كماش والقره بوللي بتراكيز من العناصر الثقيلة واهمها الزنك Zn. تعتبر هذه القيم أيضاً أقل أرتفاعاً من تلك التي توصل اليها الباحثين (1) و(14).

من ناحية أخرى، تشير تقارير علمية إلى إن من ضمن مصادر التلوث الشائعة بالرصاص Pb، هو مياه المجاري المحملة بالمياه الناتجة عن تآكل مواسير المياه المصنعة من هذا المعدن، كما أن من مصادر التلوث هو مياه الصرف الصحي الصناعي لاسيما المحملة بمياه صرف مصانع مواد الطلاء والدهانات، مصانع صناعة البطاريات، ورش اللحام ومصانع صناعة الاصباغ (15).

عند حدوث تسمم بالرصاص Pb للأحياء البحرية خاصةً الاسماك فذلك يؤدي إلى تلف الخياشيم ونفوق الاسماك بالاختناق وفي حالات أخرى تحدث تغيرات في مكونات الدم مع تلف الاعضاء الداخلية والجهاز العصبي المركزي (13).

ويشير الجدول (2) الموضح اعلاه أيضاً بأن تراكيز الرصاص Pb تتراوح ما بين (< 0.01 و 0.024) ملجم/لتر في عينات مياه البحر الشاطئية المعنية بالدراسة. تعتبر هذه القيم أقل بكثير من القيم المنصوص عليها ضمن الأشتراطات الليبية للحدود المسموح بها لمعدن الرصاص Pb (1.0 ملجم/لتر) في مياه الصرف غير المعالجة (27). بالرغم من ذلك، تبين وجود القيم العالية بمواقع جنزور، تاجوراء الفنار ثم أمام برج أبو ليلى عند مخارج تصريف مياه امجاري. وفي دراسة للباحثة (16) حيث تم فيها اختيار مخارج للصرف الصحي على شاطئ مدينة طرابلس وبمنطقة القره بوللي شرق مدينة طرابلس. وقد لاحظت الباحثة وجود تباين في تراكيز الزنك Zn والرصاص Pb والكادميوم Cd وقد كانت أقل من الحدود المسموح بها وهي 2.0، 0.5 ، 0.02 ملجم/لتر على التوالي، كما كانت تراكيز الزئبق Hg أقل من 0.005 ملجم/لتر.

حيث يصل متوسط تراكيز الرصاص الطبيعية في مياه البحر غير الملوثة إلى 0.0003 ملجم/لتر تقريباً. من الواضح إنه عند رصد عنصر الرصاص Pb بتراكيز عالية، فإنه من المؤكد صدوره عن تلوث صناعي (12).

إما فيما يتعلق بعنصر السلينيوم Se في مياه البحار، فإنه يتواجد عند تراكيز ضئيلة جداً (17)، غالباً ما يكون عند مدى قدره (0.03 – 0.2) ملجم/لتر؛ بالرغم من ذلك أحياناً يمكن أن تصل إلى 0.4 ملجم/لتر نتيجة التلوث بفعل النشاطات البشرية (18، 19). إن من ضمن مصادر التلوث للبيئة البحرية هو النشاطات البشرية وما يتم أيداعه من مياه مجاري وناتجة عن مصانع عمليات صهر المعادن، عمليات تكرير النفط وأحتراقه وإنبعاث الغازات من خلال أحتراق زيت الوقود، أحتراق الفحم الحجري، حرق القمامة، بعض العمليات الزراعية مثل استخدام المبيدات الحشرية ومبيدات الفطريات، بالاضافة إلى الصناعات الالكترونية وفي مساحيق وشامبوات ضد قشرة الرأس Dandraff Shapoo (20، 21). الجدير بالذكر أن اللافقاريات في قاع البحار والبكتريا والطحالب تلعب دوراً مهماً في عملية تراكم السيلنيوم Se (22). وبالرغم من أن عنصرالسيلينيوم Se ذو فائدة للكائنات الحية ويعد من المغذيات الميكرونية (1.0 – 5.0 ملجم/كجم وزن جاف) وذو التراكيز التي تعد بدورها جزء من حياتنا اليومية (23)، ويدخل كمحفز مساعد في عدد من عمليات الايض، إلا أنه يُعرف عنه أيضاً بأنه من العناصر السامه حيث أن سميته تسبب مرض الترنح العمياوي Blind Staggers، ومن أعراضه صعوبة التنفس والاسهال ومن ثم النحول، والارتفاع في درجات الحرارة، وتورم العضلات ومن ثم الموت. هناك أيضا أمراض مزمنة تتسبب بفعل التلوث بالسلينيوم Se مثل المرض القلوي ومن أعراضه سقوط الشعر وخشونة الجلد وأعوجاج الظهر والتهاب المفاصل (24).

من خلال جدول (2)، تشير نتائج الدراسة إلى أن متوسط تراكيز عنصر السلينيوم Se في مياه البحر القريبة من مخارج صرف مياع المجاري تتراوح ما بين (< 0.01 – 0.46) ملجم/لتر عند موقعي مخارج الصرف بمنطقة سوق الجمعة وباب قرقارش على التوالي. من خلال الجدول (2) اعلاه، يمكن الاشارة إلى أن المياه الواقعة عند مخرج تصريف باب قرقارش يعد خطر على الاحياء البحرية وأن كثرة الطحالب (والبكتريا) التي يمكن مشاهدتها بالعين المجردة لاشك بانها ساهمت في تراكم هذا العنصر وفق ماجاء في بعض التقارير (22). بالاضافة إلى أن موقع الصرف كان من نوع المواقع شبه المغلقة على البحر وبالتالي فإن عمليات التخفيف بفعل المياه إندثار العنصر بين المساحات الشاسعة كانت غائبة. كما أن المخرج لمياه الصرف يعتبر من المخارج التي كانت تستقبل مياه صرف أكبر منطقة مرشية في طرابلس سابقاً يسمى بمنطقة سوق الثلاثاء الورشي. يمكن لتلك الاسباب أن

تطابق وتسهم في تعليل اسباب رتفاع متوسط تراكيز السلينيوم في مواقع وجود مخارج مناطق أمام برج ابوليلي، وخلف ذات العماد. بينما في المقابل، يعد موقع سوق الجمعة الاقل ضمن العينات التي تم دراستها ويرجع السبب في ذلك إلى كون المخرج يعمل في إيداع المياه في منطقة مفتوحة وشاسعة جداً وقد تكون التيارات المائية سبباً في إنتشار التراكيز الضئيلة من السلنيوم Se وغيابها بشكل كثيف. هذه الظروف يمكن أيضاً مشاهدتها من خلال النتائج المتعلقة بمواقع ومخارج مناطق تاجوراء الفنار، وجنزور والشعاب إلى حدٍ ما.

أخيراً، بالنسبة لعنصر الزئبق Hg فهو يعد بشكل عام من أخطر المعادن السامة المتواجدة في الطبيعة (25). إن من ضمن مصادر التلوث بعنصر الزئبق Hg في البيئات المائية كالانهار والبحار هو صرف المياه العادمة الصناعية الناتجة عن مصانع المعاجين والطلاء والناتجة عن عملية الطباعة وصناعة الورق، عمليات التكرير للنفط، ومحطات الكهرباء، وكذلك صناعة اللدائن (26). وفقاً للأشتراطات الليبية للحدود المسموح بها لمياه الصرف غير المعالجة ومدى تواجد تراكيز المعادن الثقيلة كالزئبق Hg بها يصل إلى 0.0003 ملجم/لتر (27).

يؤدي الزئبق Hg إلى إضطرابات في نفاذية أغشية الخلايا الحية، ويحد قدرة الغدة الدرقية في إمتصاص اليود، كما أنه يختزل أنظمة الكبد المضادة للسموم الامر الذي يسهم في زيادة الآثار الضارة لهذه السموم. للزئبق Hg القدرة أيضاً في الاتحاد مع الحمض النووي ثنائي الريبوز DNA مما يسهم في خلق طفرات في السلسلة الجينية وبالتالي اضطرابات في وظائف الحمض كالاستنساخ وتكوين البروتين (28).

وفي هذا الصدد، تظهر النتائج في جدول (2) إلى أن متوسطات تراكيز عنصر الزئبق Hg في عينات مياه البحر الشاطئية القريبة من مخارج مياه المجاري تتراوح بين 0.1 ملجم/لتر كأدني قيمة متمثلة في عينات مياه المنطقة المتواجدة خلف ذات العماد و 0.17 كأعلى قيمة عند المنطقة المتواجدة أمام ذات برج أبوليلى ثم يليها منطقة باب قرقارش بمتوسط تراكيز قدره 0.15 ملجم/لتر. إن عينات المياه من المناطق المفتوحة على البحر بشكل أوسع تمثل المواقع الاقل تلوثاً وهذا ليس بالغريب، بينما المواقع شبه المغلقة كانت تمثل الاعلى في التراكيز وبالتالي الاكثر تلوثاً. بالرغم من ذلك، نلاحظ أن موقع عينات المياه الخاصة بمياه الشاطئ خلف ذات العماد والقريب جداً إلى موقع أمام برج أبو ليلى كانت متناقدةً قليلاً وهذا طبيعي جداً نظراً لوجود الاختلاف ضمن هذا النطاق بشكل واقعة طبيعية، حتى عند إجراء تحاليل كيميائية لمياه البحر عند الموقع الواحد، كما تم الاشار ة اليه في أحد الدراسات العلمية (29) حينما أوضحوا أن تراكيز الزئبق Hg في مساحة محدودة من خليج كدانسكي ببولندا Gdansk Bay تتراوح ما بين 0.227 – 0.630 ملجم/لتر.

- **الخلاصـة:**

من خلال هذه الدراسة يمكن استنتاج مجموعة من النقاط يتم سردها فيما يلي:

1. إن هذا النوع من التعامل مع مياه الصرف الصحي غيرالمعالجة وهو صرفها في البحار يعتبر مخالفة صريحة للمادة رقم (34) من القانون رقم (15) لسنة 1975 المختص بشأن حماية البيئة والمعمول به داخل دولة ليبيا.

2. تعتبر هذه المخارج لصرف المياه الصحي غيرالمعالجة والمعنية بهذه الدراسة مخارج لمناطق أكثر إكتظاظاً بالسكان في مدينة طرابلس وفي ذات الوقت تشتهر أيضاً بوجود الكثير من الهواة فيمجال الصيد للاسماك والكثير من مزاولي السباحة خاصةً في فصول الصيف. وبالتالي فإن النتائج التي تمالتحصل

عليها في هذه الدراسة تعمل على إيضاح خطورة الموقف فيما يتعلق بالصيد أوالسباحة في هذه المناطق الشاطئية.

3. من خلال الزيارة لواقع الدراسة، نلخص أن التغيرالملحوظ في لون ورائحة البحر ووجود كمية من الملوثات الطافية عند المناطق الشاطئية القريبة من معظم المخارج يعزى إلى وجود تلوث بكتيري، الامر الذي يتقرح فيه أن يكون التلوث البكتيري محور دراسة لاحقاً في المناطق ذاتها.

4. أظهرت نتائج التحاليل أن لتصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة عند الشواطئتأثيراً واضحاً على الخصائص المرفولوجية والفيزوكيميائيةلمياه البحر، وأن حجم هذا التأثير كان متبايناً بين المخارج المعنية بالدراسة وذلك يعزي للأختلاف في طبيعة وكمية مياه الصرف الصحي المصروفة عند كل مخرج.

- المراجـع:

1. WHO, (1975). Report on the Effect of Polluted Water on Human Health, Chapter 2: pp. 18 – 21, World Health Organization, Geneva.

2. Abdel-Hamid, A. and Gawish, M. (1998), “Studies on Some Trace Metal Contents of Shrimp and Crab from Mediterranean Shore of Damietta Governorate, Egypt. J. Aquat. Biol & Fish., 4: 47-64.

3. Adriano, D.C. (2001), “Trace Elements in Terrestrial Environments”, 2nd ed. Savannah River Ecology Laboratory, University of Georgia, USA.

4. غرايبة، سامح ويحي الفرحان، (2002)، "المدخل إلى العلوم البيئية"، ط 4، إصدار (2)، دار الشرق للنشر والتوزيع، عمان.

5. الحزمي، بشير (2006)، "تلوث المياه وأثره على صحة الإنسان. جامعة بئر زيت، مركز علوم صحة البيئة والمهنة.

6. بن طالب، خ. س. الختالي، ع.ع. رمضان، ز.م. البلعزي، ع. (1987). بعض الخواص الفيزوكيميائية لمياه الشاطئ البحري لتاجوراء شرق طرابلس، النشرة العلمية لمركز بحوث الاحياء البحرية ج: 89 – 124.

7. مادي، نوري الساحلي، الشريف، أيهاب عبدالله، المرغني، عادل محمد، الزويكي، محمد البهلول، الشويهدي، محمد الأمين وبالخير، صلاح الدين سالم، (2006)، "تأثير تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة على الخواص الميكروبيولوجية لمياه البحر، المجلة الليبية لعلوم البحار، عدد الثاني، صـ 17.-11

8. UNESCO (1996), Second Report of the Joint Panel on Oceanographic Tables and Standards. UNESCO Technical Paper in Marine Science No. 4.

10. الجمل، أمين عبد المعطي، (2006)، "الزراعة السمكية"، الجزء الاول والثاني، الطبعة الأولى، جامعة عين شمس، القاهرة.

11. APHA (American Publication Health Association), (1989), "Standard Methods for the Extraction of water and wastewater, 1616 and 17th Ed., APHA, Washington DC.

12. المنهراوي، سمير وعزة ابراهيم (1997)، "المياه العذبة–مصادرها وجودتها"، ط 1، الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة.

13. قويدر، منى أمحمد على، (2007)، "تأثير مياه الصرف الصحي بالبحر على المياه والاسماك"، رسالة ماجستير، قسم الهندسة والعلوم البيئية، أكاديمية الدراسات العليا بجنزور-طرابلس، "2007".

14. Barcelo, J. (1990), "Environmental Contamination", 4th International Conference, Bacelona-Aspain, October 1990.

15. حواس، عقاب محمد (2006)، "دراسة ميدانية لتلوث التربة وبعض النباتات بالعناصر الثقيلة في ضواحي مدينة الخمس"، رسالة ماجستير جامعة المرقب، كلية الآداب والعلوم، الخمس– قسم الكيمياء.

16. أبوركيبه، راضية أبو القاسم أحمد (2009)، "دراسة تأثير مياه الصرف الصحي على بعض الخواص الكيميائية والحيوية لمياه البحر بمدينة طرابلس"، رسالة ماجستير في العلوم والهندسة البيئية، أكاديمية الدراسات العليا بجنزور - طرابلس.

17. Cutter G.A., and Cutter L.S. (1998). *Mar Chem*, 61: 25–36

18. Van der Sloot H.A., Hoede D., Wijkstra J., Duinker J.C., Nolting R.F. (1985). *Est Coastal Shelf Sci*, 21: 633–651

19. Cutter G.A., (1989). *Est Coastal Shelf Sci* 28: 13–34

20. إنتصار نعيم سلطان، (2012). تأثير عنصر السلينيوم على البقاء وفاعلية الانسلاخ في الروبيان، مجلة أبحاث البصرة (العمليات)، عدد 38، جزء B2، ص ص 59- 71.

21. Lucas Moore and Amir Mahmoudkhani (2011). Methods of Removing Selenium from Aqueous Systems, *ProceedingTailing and Mind Wastes 2011*, Vancouver, BC, November 6 to 9 2011.

22. Lemly, A.P. (1999). Selenium impacts on Fish Ecological Risk Assessment. Ecotoxicol. Environ., 5(6): 1139-1151.

23. EPA, 2001, *Selenium Treatment/Removal Alternatives Demonstration Project*; Mine Waste Technology Program Activity III, Project 20; MSE Technology Applications, Inc.: Butte, MT. EPA/600/R-01/077.

24. Eisler, R., (1985). Selenium Hazards to Fish Wild Life and Invertebrates: Asynopic Review. U.S. Fish Wild, Serv. Biol. Rep., 85(1.5), 587-68.

25. Boszke, L., G., Glosinka, and J. Siepak, (2002). Some Aspects of Speciation of Mercury in a Water Enviroment, *Polish Journal of Environmental Studies*, 11(4), 285-298.

26. Changm I. (1996). *Toxicology of Metals.* CRC. Press Inc., p. 1198.

27. المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية (2009). مياه الصرف الصحي الحضرية غير المعالجة. الاصدار الاول، م م ق ل 733 2009 ، دولة ليبيا.

28. إسلام، أحمد مدحت (2011). التلوث الكيميائي وكيمياء التلوث، ط 1، دار الفكر العربي، القاهرة.

29. Baltic Marine Environemtal Protection Commission (BMEPC), (1987). Progress Reports on Cadmium, Mercury, Cooper and Zinc. *Baltic Sea Environment Proceedings*, 24. Helsinki Commesion.