الخوص الكيميائية والفيزيائية والحيوية لحوض تخزين مياه الصرف الصحي بمدينة زليتن والتخلص الامن منها

علي عكاشة[1]، مصطفى الشريف[1] ، جمال حيدر[2]، خالد محمد ابوشناف[3]

[1]- كلية الموارد البحرية، الجامعة الأسمرية الإسلامية، زليتن، ليبيا Email: aly_okasha2002@yahoo.com

[2]-كلية طب وجراحة الفم والأسنان، الجامعة الأسمرية الإسلامية، زليتن، ليبيا

[3]-كلية العلوم، جامعة المرقب، الخمس، ليبيا

الملخص

في سنة 1988 توقفت محطة معالجة مياه المجاري بمدينة زليتن عن العمل وتم تكبير حجم خزان استقبال مياه الصرف الصحي بالمحطة وفي سنة 2003 تم حفر وتمهيد بحيرة لتجميع مياه الصرف الصحي وحاليا فان المجلس البلدي زليتن بعد التعاقد لإنشاء محطة صرف جديدة يهدف إلى التخلص من المياه المتجمعة في الخزانات بصرفها مباشرة إلى البحر بالاضافة الى تصريف مياه المجاري المنزلية الى البحر حتى الانتهاء من انشاء المحطة، وفي هذه الدراسة تم تحديد الخواص الكيميائية والفيزيائية و الحيوية للمياه في الحوض الرئيسي ومدى إمكانية صرفها إلى البحر، وقد أظهرت النتائج المتحصل عليها ارتفاع في أعداد البكتيريا الكلية والبكتيريا القولونية، حيث بلغ العدد الكلي للبكتريا 4.13 ×10 ^{45} خلية/100 مل بينما بلغت اعداد بكتريا مجموعة القولون 9.51 ×10 ^{44} خلية/100 مل. تركيز الاكسجين الحيوي المطلوب عالي وبلغ 450 مليجرام/لتر ومحتوى مياه المجاري من النثرات والامونيوم والفوسفات عالي وبلغ تركيز النثرات 150.6 مليجرام/لتر والامونيوم بلغ 45 مليجرام/لتر بينما الفوسفات وصل تركيزه الى5.6 مليجرام/لتر، تراكيز هذه المركبات كانت اعلي من للمعدلات المسموح بها للصرف في مياه البحر، كما تم استخدام برنامج متخصص لمحاكاة انتشار الملوثات في البيئة البحرية لتحديد المدى الذي يمكن ان يصل اليه التلوث الناتج عن هذه المياه عند صرفها في البحر. اظهرت المحاكاة ان تراكيز النثرات والأمونيا والاكسجين الحيوي المطلوب يكون اقل عند صرف مياه المجاري على مسافة 500 من الساحل، كما ان الملوثات تتركز في المناطق الجنوبية الشرقية والشمالية الغربية الملاصقة لخط الساحل.

1. المقدمة :

تتلوث مياه المناطق الساحلية الآهلة بالسكان بكميات كبيرة من مياه الصرف الصحي المعالجة وغير المعالجة إلى جانب مياه الصرف الصناعي والزراعي كما يمكن أن تنقل مياه الأمطار المسببات المرضية المعوية من المصادر البعيدة إلى مياه الأنهار والمياه الساحلية O'Shea & Field, 1990; Baudart, et al, 2000; Farasat et al, 2012; Latha and Mohan, 2013 كما ان عملية صرف مياه المجاري الى البيئة البحرية بشكل عشوائي يمكن ان يؤثر بشكل كبير على صور الحياة المختلفة والتنوع الحيوي الطبيعي في هذ المناطق فعلى سبيل المثال يؤدي المحتوى العالي من المواد العضوية الموجود بهذه المجاري

الى اثراء المياه بالمغذيات مما يؤدي الى نمو مفرط لبعض الاحياء على حساب كائنات حية اخرى كما ان عمليات التخفيف لتركيز الاملاح في نقاط التصريف مما يؤدي الى تغيير في الظروف البيئية في المنطقة، بالإضافة الى ان صرف هذه المياه بدون معالجة وبما تحتويه من كائنات حية دقيقة قد تكون ممرضة للأحياء المائية كما هي ممرضة للإنسان (Ngah et al 2012)، توجود علاقة وطيدة تربط بين تواجد هذه الأنواع البكتيرية والتلوث بمياه الصرف الصحي غير المعالجة واحتمال حدوث التلوث بالكائنات المعوية الممرضة حيث تهدد عمليات صرف كميات كبيرة من مياه المجاري البلدية في البحر الابيض المتوسط جميع الكائنات الحية بهذا البحر الذي يعتبر من اكثر البحار تعرضا للتلوث بمختلف صوره (Bazairi et al, 2010)، كما تشير الدراسات المحلية إلى تأثير ضخ مياه الصرف الصحي غير المعالجة على الخواص الميكروبيولوجية لمياه البحر حيث بلغ التلوث الميكروبي ببكتيريا القولون الغائطية Faecal coliform وبكتيريا القولون المتحملة للحرارة (الغائطية) (Faecal) Thermotolerant coliforms أعلى مستوياته في مياه شاطئ مدينة طرابلس القريبة من اماكن الصرف الصحي لمياه المجاري الغير معالجة بمنطقة سوق الجمعة وفي مياه الشواطئ المقابلة لمخارج جابية الدم، بدر والرقراقة على التوالي بمدينتي مصراته و الخمس (مادي و آخرون 2007؛).

لوحظ اهتمام كبير في السنوات الأخيرة بدراسة حدوث وتوزيع مؤشرات التلوث البكتيرية المختلفة في الماء و ارتباطها بالبيئة البحرية Azzurro et al 2010 و Ball and Mudge, 2008 وتشير الدراسات إلى أن هناك احتمال لحدوث تلوث الطبيعي للمياه من الحيوانات ذات الدم الحار، التربة، النباتات والحشرات حيث وجد أن البكتيريا الطبيعية للأسماك تعكس الظروف البكتريولوجية للمياه وهكذا تكون مؤشر على حدوث للتلوث(Edwin et al, 1966) . وتتواجد مجموعات بكتيريا E.coli و Streptococcus fecalis و Clostridium perfringens بالاضافة الى مجموعات بكتيريا القولون الأخرى على الاسماك المتواجدة في المياه الملوثة بالمجاري البلدية Sengupta and Saha , 2013 و HMSO, 1994 فعلى سبيل المثال عند دراسة مؤشرات التلوث الميكروب في أسماك البولتي (Tilapia nilotica Linn.) من بحيرة ناصر في أسوان وجد أن نسبة بكتيريا القولون بلغت 43% في عينات من الخيشوم أو الجلد و100% في عينات لحم السمك الداخلية والخام (El-Zanfaly and Ibrahim, 1982)،كما تشير الدراسات الخاصة بالكشف عن البكتيريا الممرضة للإنسان في الأسماك من بحيرة 23 يوليو بمدينة بنغازي الى وجود نسب عالية لأنواع كثيرة من البكتيريا التي تم عزلها من أسماك البوري بالبحيرة، حيث قورنت مع أسماك من نفس النوع و المصادة من مياه البحر حيث كانت من ضمن الأنواع المعزولة E.coli بنسبة 1.71% بينما وصلت نسبة التلوث في أسماك البحيرة إلى 41.5 % (Nashnoushi, 1998). وتم عزل 18 سلالة من E.coli منها 13سلالة منتجة للسم المعوي الحساس حرارياً من عينات السمك و الرويبان المصادة على بعد 3 كيلو متر خارج ساحل فورتاليزا بالبرازيل (Vieira et al, 2001) كما وجد (Hamed et al 2013) ان مياه بحيرة المنزلة بمصر كانت ملوثة بكميات كبيرة جدا من بكتيريا الكوليفورم.

في سنة 1988 توقفت محطة معالجة مياه المجاري بمدينة زليتن عن العمل وتم تكبير حجم خزان استقبال مياه الصرف الصحي بالمحطة وفي سنة 2003 تم حفر وتمهيد بحيرة لتجميع مياه الصرف الصحي وحاليا فان المجلس البلدي زليتن بعد التعاقد لإنشاء محطة صرف جديدة يهدف إلى التخلص من المياه المتجمعة في الخزانات بصرفها مباشرة إلى البحر، ونظرا لما لصرف مياه

المجاري مباشرة إلى البيئة البحرية من تأثير على عناصر البيئة المختلفة وعلى رأسها الاسماك وما يمكن ان تسببه من امراض لمستهلكي هذه الاسماك، فان هذه الدراسة تهدف إلى تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للمياه المتواجدة في هذه الخزان ثم القيام بعمليات محاكاة حاسوبية لعملية صرف هذه المياه الى البحر للوصول الى حجم التأثير الذي يمكن ان تصل الى الملوثات الموجودة بهذه المياه.

2. المواد والطرق:

2. 1 موقع الدراسة:

اجريت هذه الدراسة على احواض تجميع مياه المجاري بمنطقة ازدو التابعة لمحطة المعالجة ببلدية زليتن والتي تقع على الساحل الغربي لليبيا، على بعد 160 كم شرق مدينة طرابلس، وتتكون من خزانين لتجميع مياه الصرف الصحي اولهما اقيم سنة 1988م على مساحة تبلغ قرابة 22500 متر^2 وبعمق 5.5 مترا، الا انه هذا الخزان لم يفي بالغرض بسبب تعطل المحطة وزيادة كميات مياه الصرف الصحي لذلك اقيم في سنة 2003 الحوض الثاني على مساحة 22500 متر^2 وبعمق 5.5 مترا ايضا.

2. 2 تجميع العينات:

اخذت عينات مياه مجاري من احواض تجميع مياه المجاري من جميع جهات الخزان والتي قسمت الى ثماني نقاط تمثل كل نقطة منها جهة من الجهات الثمانية الرئيسية والفرعية، حيث اخذت ثلاث عينات من كل نقطة تجميع من المياه السطحية باستخدام مغرفة تجميع وثلاث عينات من المياه الراكدة في قعر الخزان باستخدام وحدة سحب عينات المياه العميقة، وفرغت كل عينة في قنينة بلاستيكية سعة لتر نظيفة ومجففة لإجراء الاختبارات الكيميائية عليها، كما جمعت 50 مل من كل عينة في قناني مجهزة ومعقمة لإجراء التحاليل الميكروبية عليها.

3.2 طرق التحليل

تم استخدام(1992), Greenberg et al كمرجع أساسي لطرق تقدير المكونات المختلفة حيث تم قياس كمية الأملاح الذائبة (TDS) باستخدام طريقة التبخير رقم (2540D) وقدر الأس الهيدروجيني والايصالية الكهربائية مباشرة بعد جمع العينة باستخدام جهاز (PH) OHAUS - STARTER300 للأس الهيدروجيني وجهاز HACH HQ14d للايصالية، وتم قياس درجة العسرة وتركيز الكالسيوم الماغنيسيوم بالمعايرة مع محلول EDTA حسب الطرق رقم (2340C) و(3500Ca^{2+}-D) و(3500Mg^{2+}-E) على التوالي، كما استخدمت الطريقة رقم (4500Cl$^-$-B) لتقدير الكلوريد وذلك بالمعايرة مع محلول نترات الفضة، واستخدمت طريقة درجة التعكير رقم (4500SO$_4^{2-}$-E) في قياس تركيز الكبريتات، واستخدم جهاز قياس طيف الأشعة فوق البنفسجية (Jenway 7305 UV-VIS Spectrophotometer) في قياس تركيز النترات الامونيا والفوسفات حسب الطريقة رقم (4500NO$_3^-$-B) للنترات، وباستخدام محلول نسلر للامونيا وفقا للطريقة رقم (4500NH$_3$-C)، والفسفور وفقا للطريقة اللونية رقم (4500P-C)، أما الصوديوم والبوتاسيوم فقد قدرا باستخدام جهاز مطياف اللهب من نوع (BWB-XP) Flame photometer وذلك حسب الطرق رقم (3500Na$^+$-D) و(3500K$^+$-D) على الترتيب، كما قدرت العناصر الثقيلة

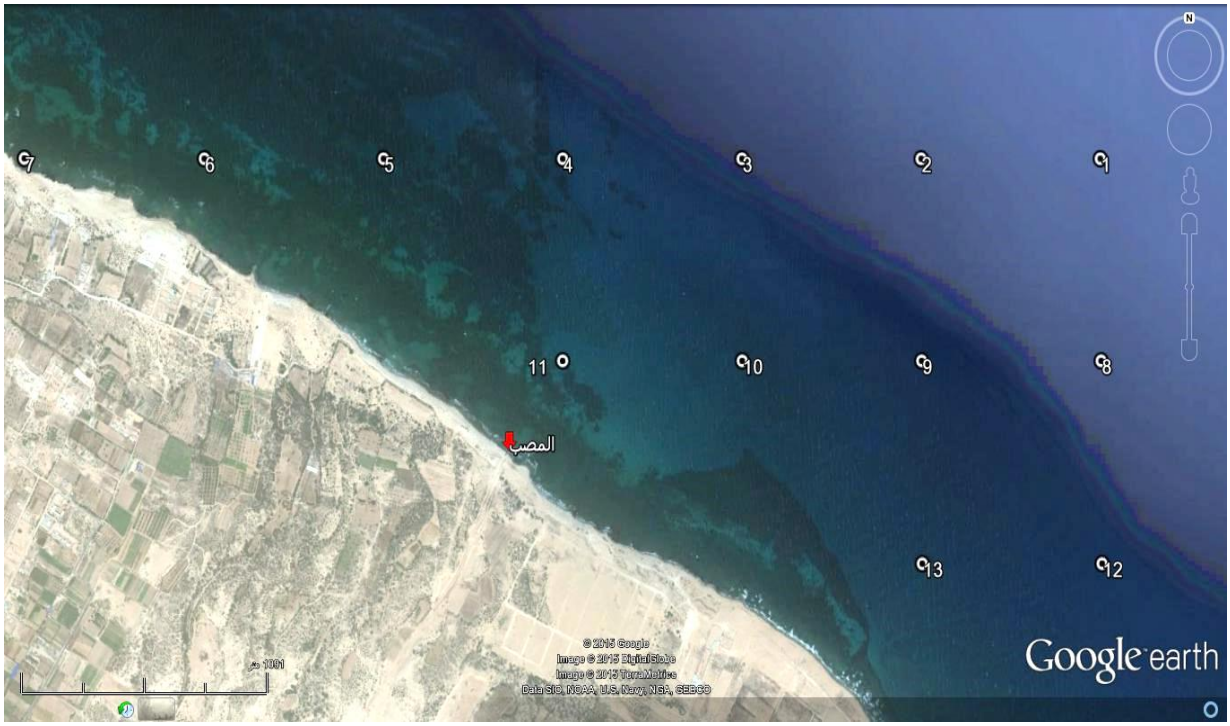
باستخدام جهاز قياس طيف الامتصاص الذري من نوع (VARIAN) Atomic Absorption Spectrophotometer.
اما البكتيريا الكلية وبكتيريا القولون فقد تم حسابها باستخدام طريقة العد المباشر باستخدام اطباق بتري جاهزة من انتاج شركة NISSUI PHARM من نوع TC, Total count و EC, Ecol & Coliform لكل منهما على التوالي.

2. 4 عملية المحاكاة الحاسوبية:

للوصول الى الطريقة الامثل للتخلص من المياه الموجودة في هذه الخزانات مع استمرار ضخ مياه المجاري البلدية تم اجراء محاكاة حاسوبية لعملية ضخ مياه المجاري باستخدام برنامج DESCAR V:3.2 وهو من انتاج شركة Canarina Environmental Software سنة 2004 وتم التطبيق في البرنامج باستخدام بيانات حقيقية عن حال الطقس والبحر تم الحصول عليها من محطة ارصاد الخمس، بالاضافة الى معدل ضخ المياه وقطر انبوب التصريف ومكانه، واستخدم البرنامج بعدة سيناريوهات مختلفة عبر افتراض امكانية تغيير معدلات الضخ وكميات المياه التي يتم ضخها من الخزان نسبة الى مياه المجاري المتولدة من المدينة، او مد انبوب التصريف الى مسافة اكبر داخل مياه البحر لمسافة 500 متر بحيث تصل الى المياه عمقها اكبر من 50 متر بحيث تساعد التيارات المائية على تشتيت المياه الملوثة، واستخدمت في العملية خرائط الاقمار الصناعية من Google Earth مع وضع 13 نقطة على مسافات متباعدة عن المصدر وفي اتجاهات مختلفة كما هو موضح في الجدول (1) بالإضافة الى نقطة المصب ليتم حساب التراكيز عند كل منها وفقا للسيناريوهات المختلفة للتخلص من المياه (شكل 1).

جدول (1) : النقاط التي تم حساب تراكيز الملوثات عندها

الموقع	اتجاه الموقع من المصب	المسافة من المصب (متر)	شمال	شرق
الاول (C_1)	75˚	2500	32.486032	14.692568
الثاني (C_2)	65˚	1900	32.486032	14.683961
الثالث (C_3)	50˚	1300	32.486032	14.675354
الرابع (C_4)	10˚	200	32.486032	14.666747
الخامس (C_5)	325˚	1140	32.486032	14.658140
السادس (C_6)	295˚	1670	32.486032	14.649533
السابع (C_7)	285˚	2360	32.486032	14.640926
الثامن (C_8)	85˚	2400	32.478894	14.692568
التاسع (C_9)	80˚	1660	32.478894	14.683961
العاشر (C_{10})	75˚	920	32.478894	14.675354
الحادي عشر (C_{11})	45˚	940	32.478894	14.666747
الثاني عشر (C_{12})	115˚	2400	32.471756	14.692568
الثالث عشر(C_{13})	105˚	1700	32.471756	14.683961
موقع المصب الحالي			32.475677	14.664161



شكل (1) خريطة لمنطقة الدراسة وعليها المواقع التي تم حساب تراكيز الملوثات عندها

3- النتائج والمناقشة:

3. 1 خصائص مياه الخزان

يظهر من تحليل الخواص الكيميائية والميكروبيولوجية لمياه المجاري الغير معالجة في خزان التجميع لمحطة مجاري زليتن المبينة في جدول رقم (2). قيمة الأس الهيدروجيني عالية حيث بلغت 8.49 ±0.17، بينما الايصالية الكهربائية لمياه المجاري كانت 3.65 ±0.01 $mScm^{-1}$ في حين كان تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية عالي وبلغ 2333 ± 22.2 مليجرام/لتر. هذا الارتفاع في هذه القيم يرجع الي استخدام المياه الجوفية كمصدر رئيسي لمياه الشرب وهي ذات نوعية سيئة بالإضافة الى تركز الاملاح في مياه الخزان بسبب التبخر من سطح الخزان. محتوي مياه المجاري الغير معالجة من الصوديوم والكالسيوم والماغنيسيوم والبوتاسيوم انعكاس لمحتواها في المياه المستخدمة في الشرب والاعمال المنزلية، حيث بلغ تركيز الكالسيوم 202.5 ± 23 مليجرام/لتر، بينما تركيز الماغنيسيوم كان 119.4 ± 16.2 مليجرام/لتر، في حين كان تركيز الصوديوم 526.6 ±12.3 مليجرام/لتر، اما تركيز البوتاسيوم اقلهم وكان 175.5 ±9.6 مليجرام/لتر. ايون الكلوريد اهم الانيونات المتواجدة في مياه الصرف الصحي حيث بلغ تركيزه 508.5 ±67 مليجرام/لتر وهذا يرجع لارتفاع تركيزه في مياه المستخدمة في الشرب والاعمال المنزلية بالإضافة تأثير التبخير من الخزان على تراكم ايون الكلوريد. محتوى المياه من الكربونات والبيكربونات يعكس تأثير استخدام المنظفات الصناعية والحاوية على كربونات الصوديوم، فلقد بالغ التركيز 326.3 ±60 و106.9 ±70.6 مليجرام/لتر في صورة كربونات الكالسيوم على التوالي. تركيز الكبريات بلغ في مياه المجاري الغير معالجة 171 ± 18 مليجرام/لتر. احتوت مياه الصرف

الصحي الغير معالجة علي الرصاص والزنك و النيكل بتراكيز منخفضة، حيث كانت 0.31 ±0.04 و0.06±0.003 و0.03±0.03 علي التوالي، بينما كان تركيز الكادميوم والكروم والنحاس تحت حدود الكشف. الانخفاض في تراكيز بعض المعادن الثقيلة وعدم وجود معادن اخري قد يرجع ذلك لتأكل أنابيب مياه الشرب في المنازل وتأكل أنابيب شبكة الصرف الصحي.

العدد الكلي للبكتريا في مياه المجاري الغير معالجة وبالإضافة الى عدد بكتريا مجموعة القولون وبكتيريا الايشيرشيا كولاي عالي، حيت بلغ العدد الكلي للبكتريا $4.13 \times 10^{5} \pm 6.6 \times 10^{4}$ خلية/100 مل بينما بلغت اعداد بكتريا مجموعة القولون وبكتيريا الايشيرشيا كولاي $9.51 \times 10^{4} \pm 5.3 \times 10^{4}$ و $3.72 \times 10^{4} \pm 9.4 \times 10^{3}$ خلية/100 مل علي التوالي. هذا يرجع الي ان المياه المجاري الغير معالجة بيئة مناسبة لوجودها لارتفاع من الاكسجين الحيوي المطلوب (450± 50 مليجرام/لتر) ولوجود محتوى عالي من النثرات والامونيوم والفوسفات، حيث بلغ تركيز النثرات 150.6 ±10.4 مليجرام/لتر وتركيز الامونيوم بلغ 45 ±3.8 مليجرام/لتر بينما الفوسفات وصل تركيزه الى5.6 ± 0.6 مليجرام/لتر، تركيز الفوسفات في المجاري منخفض وهذا قد يرجع الي ارتفاع قيمة الاس الهيدروجيني لمياه المجاري وارتفاع محتواها من الكالسيوم والماغنيسيوم الذى يؤدي الى ترسيب الفوسفات في صورة فوسفات الكالسيوم او الماغنيسيوم. تراكيز الملوثات في هذه المياه تتجاوز التراكيز الموصي بها في العديد من الدول ولتقييم اخطارها وتحديد المعدل الامن لصرف مياه الصرف الصحي من للخزانات فأن المحاكاة الحاسوبية تلعب دورا فعالا.

اظهر التحليل الاحصائي لنتائج الاختبارات المختلفة على عينات مياه الخزان ان مياه الخزان متجانسة الى حد كبير حيث لم نتحصل على فروق معنوية حتى معدل ثقة 95% ($P>0.05$) لجميع نتائج الاختبارات للعينات السطحية والعميقة وكذلك للجهات المختلفة من الخزان، وهذا يمكن ان يرجع بشكل اساسي الى قلة عمق الخزان وعمليات الخلط المستمرة نتيجة عوامل المناخ والضخ المستمر لكميات متجددة من المياه.

جدول (2): الخواص الكيميائية والبيولوجية لمياه الصرف الصحي

الخاصية	الوحدات	التركيز (المتوسط ± الانحراف المعياري)
الاس الهيدروجيني (pH)	-	0.17± 8.49
المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS)	mg/l	22.2 ± 2333
الايصالية الكهربائية (EC)	$mScm^{-1}$	0.01± 3.65
الاكسجين الحيي المطلوب (BOD)	mg/l	50 ±450
الكالسيوم	mg/l	23 ± 202.5
الماغنيسيوم	mg/l	16.2 ± 119.4
الصوديوم	mg/l	12.3± 526.6
البوتاسيوم	mg/l	9.6± 175.5
البيكربونات	mg/l as CaCO3	70.6± 106.9
الكربونات	mg/l as CaCO3	60± 326.3

الكبريتات	mg/l	18 ± 171
الكلوريد	mg/l	67± 508.5
الفوسفات	mg/l	0.6 ± 5.6
الامونيوم	mg/l as NH4	3.8± 45
النترات	mg/l as NO3	10.4± 150.6
الرصاص	mg/l	0.04± 0.31
النيكل	mg/l	0.003± 0.06
الزنك	mg/l	0.03±0.03
الكادميوم	mg/l	Under detection limit
الكروم	mg/l	Under detection limit
النحاس	mg/l	Under detection limit
العدد الكلي للبكتريا	cell/ 100 ml	$10\times 6.6\pm^{5}$ 10×4.13^{4}
عدد بكتريا مجموعة القولون	cell/ 100 ml	$10\times 5.3\pm^{4}$ 10×9.51^{4}
عدد بكتيريا الايشيريشيا كولاي	cell/ 100 ml	$10\times 9.4\pm^{4}$ 10×3.72^{3}

3. 2 سيناريوهات التخلص من المياه

المحاكاة الحاسوبية لتركيز الملوثات في مياه البحر تعتمد على العديد من المتغيرات اهمها معدل ضخ مياه المجاري في البحر وعمق المياه عند المصب والبعد عن الخط الساحل وتركيز الملوثات في مياه المجاري وسرعة التيار، أما الاماكن التي تتركز فيها الملوثات يعتمد علي على اتجاه حركة تيار في مياه البحر. المتغيرات التي استخدمت لتقدير تراكيز الملوثات بواسطة برنامج الحاسوبي Descar مبينة في جدول رقم (3). استخدمت ثلاثة سناريوهات في عملية المحاكاة، تختلف السيناريوهات في معدل ضخ مياه المجاري في البحر، في السيناريو الاول، استخدم معدل الضخ مياه المجاري في البحر اعتمادا على معلومات المتحصل عليها من الشركة المنفذة لعملية انشاء المحطة (0.0971 متر مكعب/ تانية) وبهذا المعدل فأن 8390 متر مكعب من المياه المجاري سوف تطرح في مياه البحر. باستخدام هذه الكمية المطروحة فإن الشركة لا تستطيع افراغ الخزان بل ان مستوى التخزين يزداد يوميا بمقدار 6610 متر مكعب/ يوم وذلك يرجع الى ان كمية مياه المجاري المولدة يوميا في مدينة زليتن 15000 متر مكعب ، لهذا السبب استخدم سيناريوان اخران (الثاني والثالث) يتم فيهما طرح مياه المجاري المولدة في المدينة بالإضافة يتم سحب مياه من خزنات التخزين، حيث بلغت كمية المياه المجاري المطروحة في البحر 23390 متر مكعب و 17250 متر مكعب عالي التوالي. في كل سيناريو اختير موقعين مختلفين لمصب مياه المجاري الاول عند خط الساحل وعمق المياه 1 متر والثاني علي بعد 500 متر من خط الساحل وعمق المياه 50 متر.

جدول (3) :المتغيرات المستخدمة لتقدير تراكيز الملوثات بواسطة برنامج الحاسوبي DESCAR

	السيناريو الاول	السيناريو الثاني	السيناريو الثالث
معدل توليد المياه المجاري بالمدينة يوميا	15000		
حجم المياه في الخزان (متر^3)	225000		
حجم المياه المجاري المصروفة في البحر (متر^3/ يوم)	8390	23390	17250
معدل ضخ مياه المجاري في البحر (متر^3/ ثانية)	0.097	0.27	0.2
معدل السحب او الاضافة مياه المجاري من الخزان (متر^3)*	+ 6610	- 8390	- 2250
المدة الزمنية لإفراغ الخزان (يوم)	لا يوجد	27	100
عمق المياه	1 متر و 50 متر		
المسافة من خط الساحل	0.0 متر و 500 متر		
تركيز النثرات (مليجرام/ لتر)	150.6		
تركيز الامونيوم (مليجرام/ لتر)	45.0		
تركيز الاكسجين الحيوي المطلوب (مليجرام/ لتر)	450.0		

*الاشارة الموجبة تدل علي الزيادة في كمية مياه المجاري المخزنة في الخزان، الاشارة السالبة تدل علي انخفاض في كمية مياه المجاري المخزنة في الخزان

تركيز الامونيا والنثرات والاكسجين الحيوي المطلوب في مواقع مختلفة في مياه البحر كمحصلة لعملية صرف مياه المجاري الغير معالجة مبينة في جدول رقم (4). تركيز الملوثات في مياه البحر الناتج عن طرح مياه الصرف الصحي يتغير بتغير الموقع الجغرافي للنقطة، فالنقاط التي تقع في الاتجاه الجنوب الشرقي والشمال الغربي تكون تراكيز الملوثات بها اعلى من النقاط التي تقع في الشمال والشمال الشرقي. وهذا يعكس اتجاه تيارات المياه السائدة التي تكون من اتجاه الشمال الشرقي والتي تشكل اغلب التيارات وجزء يسير يكون من الشمال الغربي. بعد النقطة عن المصب يلعب دورا ثانويا بالمقارنة مع الموقع الجغرافي، وفى العموم زيادة بعد النقطة عن المصب يقلل من تركيز الملوثات.

في جميع السيناريوهات، تركيز هذه الملوثات يكون مرتفع عند طرح مياه المجاري الغير معالجة على خط الساحل بينما طرح المياه على بعد 500 متر من الساحل تكون محصلته تراكيز اقل من الملوثات في مياه البحر. فمثلا في السيناريو الثاني، تركيز الاكسجين الحيوي المطلوب في النقاط الخامسة والسادسة والعاشرة عند طرح مياه المجاري علي خط الساحل كان 36.0 مليجرام / لتر و59.1 مليجرام / لتر و56.9 مليجرام / لتر علي التوالي بينما تركيز الاكسجين الحيوي المطلوب في النقاط الخامسة والسادسة والعاشرة عند طرح مياه المجاري علي بعد 500 متر من خط الساحل كان 13.8 مليجرام / لتر و27.6مليجرام / لتر و6.3 مليجرام / لتر علي التوالي. هذا الانخفاض في التركيز يرجع الى تغير في عمق مياه البحر من 1 متر الى 50متر وهذا يؤدى الى زيادة خلط المياه وزيادة انتشار الملوثات في حجم اكبر من المياه مما يلل من التركز. نقطة الحادية عشر هي النقطة الوحيدة التي ارتفع فيها التركيز من 1.7 مليجرام / لتر عند طرح مياه المجاري عند خط الساحل الى 56.0 مليجرام / لتر عندما عند طرح مياه المجاري عند 500 متر من خط الساحل. هذا يرجع الى عاملين اساسين هما انخفاض المسافة الافقية بين موقع النقطة وموقع

المصب وتغير موقعها الجغرافي من 45° بالنسبة للمصب في الحالة الاولى الى 275° عند طرح مياه المجاري علي بعد 500 متر من الساحل وهذا يجعل النقطة في طريف التيار البحري القادم من الشرق مما ينقل الملوثات اليها.

4. الاستنتاجات

طرح مياه الصرف الصحي الغير معالجة في مياه البحر يترافق مع مخاطر شديدة على الحياه الطبيعية في مياه البحر وباستخدام عملية المحاكاة يمكن توقع تراكيز الملوثات واماكن تركزها وبالتالي يمكن توقع المخاطر وبالتالي يمكن التقليل من هذه المخاطر. تأثير طرح مياه الصرف الصحي الغير معالجة لمدينة زليتن على تراكيز بعض الملوثات واماكن تركز هذه الملوثات تمت محاكاة باستخدام البرنامج الحاسوبي Descar بثلاثة سيناريوهات. السيناريو الاول لعملية المحاكاة اظهرت ان المياه المخزنة في الخزان تزاد وهذا لا يتوافق مع الغرض من التخلص من مياه المجاري المخزنة في الاحواض، بينما في السيناريوان الاخران فأن كمية المياه المخزنة في الخزان تقل . تراكيز الملوثات في مياه البحر تعتمد على موقع طرح المخلفات حيث يقل التركيز كلما طرحت مياه المجاري بعيدا عن الساحل، كما ان تركيز الملوثات يرتفع في المواقع جنوب شرق وشمال الغرب المصب وذلك لتأثرها بحركة التيار البحري. من خلال المحاكاة نستنتج ان السيناريو الثالث هو الانسب لعملية افراغ خزانات تجميع مياه المجاري الغير معالجة حيث يؤدي الي افراغ خزان وتكون تراكيز الملوثات في مياه البحر اقل

جدول (4): تراكيز الاكسجين الحيوي المطلوب والنترات والامونيا (مليجرام/لتر) في مواقع مختلفة بالقرب من الساحل

الموقع	السيناريو الاول						السيناريو الثاني						السيناريو الثالث					
	المصب علي الشاطئ			المصب علي بعد 500 متر من الشاطئ			المصب علي الشاطئ			المصب علي بعد 500 متر من الشاطئ			المصب علي الشاطئ			المصب علي بعد 500 متر من الشاطئ		
	BOD	النترات	الامونيا	BOD	النترات	الامونيا	BOD	النترات	الامونيا	BOD	النترات	الامونيا	BOD	النترات	الامونيا	BOD	النترات	الامونيا
الاول (C_1)	3.7	1.2	0.4	0.0	0.0	0.0	10.3	2.7	1.0	0.0	0.0	0.0	8.5	2.0	0.9	0.0	0.0	0.0
الثاني (C_2)	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	1.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0
الثالث (C_3)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
الرابع (C_4)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
الخامس (C_5)	9.6	3.2	1.0	4.4	1.5	0.4	36.0	8.6	3.6	13.8	4.6	1.4	16.5	5.8	1.7	10.5	3.5	1.0
السادس (C_6)	34	11.5	3.5	2.3	7.7	2.3	59.1	22.5	5.9	27.6	9.2	2.8	59.8	20.3	6.0	26.1	8.7	2.6
السابع (C_7)	0.2	0.1	0.0	12.4	4.1	1.2	4.1	2.0	0.4	18.3	6.1	1.8	2.6	1.1	0.3	16.5	5.5	1.7
الثامن (C_8)	7.3	2.4	0.7	0.0	0.0	0.0	18.7	6.7	1.9	0.0	0.0	0.0	13.7	5.4	1.4	0.0	0.0	0.0
التاسع (C_9)	17.6	5.9	1.8	0.0	0.0	0.0	31.8	11.0	3.2	0.2	0.1	0.0	25.1	9.6	2.5	0.0	0.0	0.0
العاشر (C_{10})	42.7	14.3	4.3	0.3	0.1	0.0	56.9	16.9	5.7	6.3	2.1	0.6	48.6	15.4	4.9	3.1	1.0	0.3
الحادي عشر (C_{11})	0.0	00.	0.0	25.4	8.5	2.5	1.7	0.0	2.0	56.0	18.8	5.6	5.4	0.0	0.5	45.2	15.1	4.5
الثاني عشر (C_{12})	57.2	19.1	5.7	8.4	2.8	0.8	67.4	22.7	6.7	16.9	5.7	1.7	63.3	21.5	6.3	14.2	4.7	1.4
الثالث عشر(C_{13})	36.8	12.3	3.7	23.8	8	2.4	60.8	23.8	6.1	34.1	11.4	3.4	55.8	21.7	5.6	30.5	10.2	3.0
المصب	719.3	240.6	71.9	151.0	50.5	15.1	973.6	325.7	97.4	273.6	91.6	27.4	890.0	297.8	89.0	228.0	76.3	22.8

المراجع

مادي، ن. س؛ الشريف، إ. ع ؛ المرغني، ع . م؛ الزويكي، م .ا ؛الشويهدي ، م. ا ؛القذافي، م. ح (2007). مستوى التلوث البكتيري الناجم عن تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة إلى البحر بمدينتي مصراته والخمس. مركز بحوث الأحياء البحرية– تاجوراء.

Azzurro, E., Matiddi, M., Fanelli, E., Guidetti, P., Mesa, G.L., Scarpato, A., Axiak, V., (2010), Sewage pollution impact on Mediterranean rocky-reef fish assemblages, Marine Environmental Research.

Ball, A.S., Mudge, S. M., 2008. Methods in environmental forensics. CRC press, 386

Baudart, J., K. Lemarchand, A. Brisabois, and P. Lebaron. (2000). Diversity of Salmonella strains isolated from the aquatic environment as determined by serotyping and amplification of the ribosomal DNA spacer regions. Applied and Environmental Microbiology. 66:1544–1552.

Bazairi, H., Ben Haj, S., Boero, F., Cebrian, D., De Juan, S., Limam, A., Lleonart, J., Torchia, G., and Rais, C., (2010), The Mediterranean Sea Biodiversity: state of the ecosystems, pressures, impacts and future priorities. UNEP-MAP RAC/SPA, Tunis

Edwin, E., Geldreich and N. A. Clarke.(1966). Bacterial Pollution Indicators in the Intestinal Tract of Freshwater Fish , *APPLIED MICROBIOLOGY*.14(3): 429–437

El-Zanfaly, H.T. and A.A. Ibrahim. (1982). Occurrence of bacterial pollution indicators in Boulti (Tilapia nilotica Linn.) fish. Z Ernahrungswiss. 21(3):246-53 .

Farasat, T. , Bilal, Z. and Yunus, N. (2012) Isolation and biochemical identification of Escherichia coli from wastewater effluents of food and beverage industry, Journal of Cell and Molecular Biology 10(1):13-18.

Greenberg, A.E., Clesceri, L.S. and Eaton, A.D.,(1992), Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 18th Edition, APHA, AWWA,WEF.

Hamed Y. A., Abdelmoneim T. S., ElKiki M. H., Hassan M. A., Berndtsson R. (2013), Assessment of Heavy Metals Pollution and Microbial Contamination in Water, Sediments and Fish of Lake Manzala, Egypt, Life Science Journal, 10(1): 86-99

HMSO (1994) Report on Public Health and Medical Subjects No.71 Methods for the Examination of Waters and Associated Materials, Microbiology of Water Part 1- Drinking Water

Latha, N. and Mohan M. (2013), Microbial pollution total coliform and fecal coliform of Kengeri lake, Bangalore region Karnataka, India, International Journal of Scientific and Research Publications, 3(11): 1-3.

Nashnoushi, H. (1998). Detection of human pathogenic bacteria in fish from the 23 July lake in Benghazi Libya. P. 114-115. University of Garyounis. Benghazi. Libya.

Ngah M. S., Hashim M., Nayan, N. , Said Z. M. and Ibrahim M. H. (2012), Marine Pollution Trend Analysis of Tourism Beach in Peninsular Malaysia, World Applied Sciences Journal 17 (10): 1238-1245.

O'Shea, M. L and R. Field. (1990). Detection and disinfection of pathogens in storm-generated flows. Can. J. Microbiol. 38:267–276.

Sengupta, C. and Saha, R. (2013), Understanding coliforms - a short review, International Journal of Advanced Research (2013), 1(4) :16-25

Vieira ,R.H .S.F., D.P, Rodrigues., F.A.Goncalves., F.G.R.Menezes., J.S. Aragao and O.V.Sousa .2001. Microbiology effect of medicinal plant extracts (Psidium guajava Linn and Carica papaya Linn.) upon bacteria isolated from fish muscle and known to induce diarrhea in children. Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo, 43(3) .