

التحليل البيئي للتلوث الجرثومي في مياه مدينة البصرة باستخدام تقنية الفحص الميكروبي FilmArray

شكري إبراهيم الحسن*
جامعة البصرة / كلية الآداب

المخلص	معلومات المقالة
<p>تهدف هذه الدراسة إلى الكشف عن مؤشرات التلوث الجرثومي في مياه مدينة البصرة. تفترض الدراسة أن الملوثات الجرثومية في المياه قد تكون سبباً وجمعاً للتدهور الصحي. استعانت الدراسة بتقنية الفحص الميكروبي المتقدمة المسماة FilmArray للكشف عن التلوث الجرثومي في عينات المياه المدروسة. تم جمع 6 عينات من المياه الخام لمواقع مختلفة في البصرة خلال شهر آذار عام 2019، وتم شحنها إلى فرنسا لفحصها هناك في مختبرات متطورة.</p> <p>أظهرت النتائج أن عينات المياه المأخوذة من جداول العسافية والرباط والخندق كانت ملوثة بشدة بأنواع مختلفة من البكتيريا والطفيليات والفيروسات، ولعل أخطرهما ضميتات الكوليرا. فيما احتوت العينات المأخوذة من نهر شط العرب على بعض الأنواع من الفيروسات والبكتيريا والطفيليات بدرجة أقل، فيما كانت العينة المأخوذة من مشروع ماء R-Zero آمنة وخلت من أي تلوث جرثومي.</p> <p>استنتجت الدراسة أن الجداول المائية (المدروسة) المتفرعة من مجرى شط العرب تعدّ بمثابة مستودعات لإنتاج الملوثات الجرثومية، ومن ثم تشكيل خطر صحي على نوعية مياه شط العرب الذي يعد مصدراً مهماً لماء الأسالة في محافظة البصرة. وأن اكتشاف أعداد لا متناهية لجراثيم متنوعة في عينات المياه يمكن أن يكون سبباً مرجحاً لحدوث تدهور صحي. كما أن تقنية FilmArray مفيدة جداً لفرز دقيق وسريع لتواجد الجراثيم المرضية لا سيما في أوقات الكوارث البيئية.</p> <p>© جميع الحقوق محفوظة لدى جامعة المثنى 2020</p>	<p>تاريخ المقالة: الاستلام: 2020/11/18 تاريخ التعديل: 2020/9/16 قبول النشر: 2020 /9/30 متوفر على النت:2020/12/14</p> <p>الكلمات المفتاحية : تلوث جرثومي أمراض معوية إسالة المياه تقنية FilmArray البصرة.</p>

المقدمة

أولاً – ديباجة

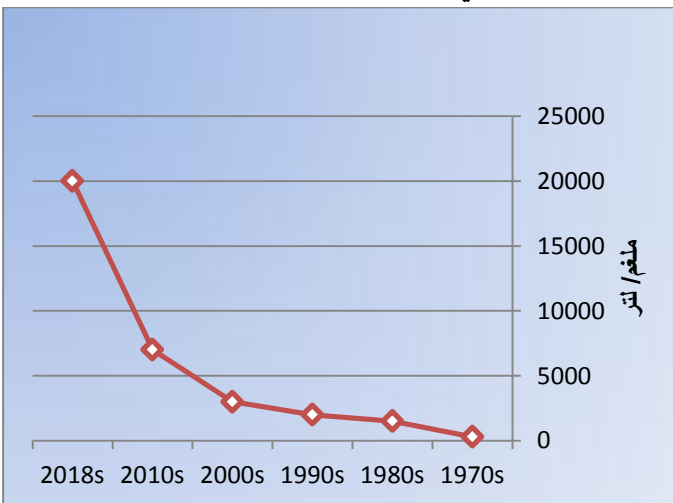
عن بعض المجهرات والممرضات أُلغازاً علمية كثيرة بشأن حدوث الإصابات أو الفاشيات ببعض الأمراض التي تصيب بني البشر على وجه الخصوص، ومثال ذلك ما حصل في مدينة ميلووكي الأمريكية عام 1993 حين تفشى داء خفيات الأبواغ *Cryptosporidiosis* نتيجة طفيلي الكريبتو *Crypto parvum* في مياه الشرب وأدى إلى وفاة

بعد تحليل التلوث الجرثومي من المهام العسيرة التي تتطلب عملاً حقلياً ومختبرياً دقيقاً ومجهداً، ذلك لأن من الصعوبة بمكان الكشف عن الكائنات المجهرية ورصدها وفرزها وتشخيصها وصولاً إلى معرفة مدى خطورتها على البيئة والصحة العامة على حدّ سواء. وقد يحلّ الكشف

وبكتيريا الفيقلية *Legionella*، اللتان تسببان دائي البلهارسيا والفيالقة على التوالي.

عند المراجعة التاريخية لنوعية مياه شط العرب منذ سبعينيات القرن الماضي، فإن الملاحظ هو حصول تصاعد تدريجي في تركيز الأملاح والملوثات حتى بلغ ذروته في العام 2018 (الشكل 1). وقد يكون هذا التدهور المتصاعد نتيجة طبيعية للتناقص المضطرد في كمية التصريف المائية الواردة إلى نهر شط العرب التي تناقصت من ما مجمله 53.6 مليار م³ كانت ترده من روافده دجلة والفرات والكارون والكرخة إلى نحو 2.3 مليار م³ باتت ترده من دجلة فقط⁽⁵⁾، ويعزى ذلك إلى إنشاء سدود عملاقة عند المنابع وقطع بعض الروافد وتحويل مسارها إلى جهات أخرى. فضلاً عن هذا، فإن زيادة تدفق المخلفات السائلة والملوثات عبر سائر مجاري البلاد لتنتهي أخيراً في نهر شط العرب تؤثر بشكل جسيم في زيادة التدهور، وما يترافق مع ذلك من انعدام شبه تام لسبل المعالجة وغياب للحلول العملية الناجعة.

الشكل (1): منحى تركيز الأملاح (بدلالة TDS) في مياه شط العرب عند مركز مدينة البصرة منذ عقد السبعينيات ولغاية العام 2018، ويظهر من خلاله التدهور المتصاعد في نوعية المياه.



المصدر: شكري إبراهيم الحسن، مشاهدات حقلية خلال أزمة تسمم المياه في البصرة، بحث مقدم في ندوة أزمة

نحو 100 شخص وإصابة نحو 400.000 آخرين بأمراض معوية⁽¹⁾. كما شهدت مدينة البصرة خلال صيف العام 2018 إصابة نحو 118000 مواطن بالتهابات معوية من جراء تلوث مياه شط العرب⁽²⁾. لهذا، تحاول الدراسة الحالية بيان وتقييم الأثر البيئي للتلوث الجرثومي للمياه في الصحة العامة.

يمثل التلوث الجرثومي Microbial Contamination في البيئات المائية أحد المسائل الخطيرة ذات العلاقة بالجانب الصحي للمساحات المائية بشكل عام وبمياه الشرب بشكل خاص، ويمكن أن يتمثل التلوث الجرثومي على صورة فيروسات أو بكتيريا أو طفيليات⁽³⁾. أما المقصود بالملوثات الجرثومية فهي تلك الكائنات المسببة للأمراض، أو ما يسمى بالممرضات Pathogens، التي تتواجد في بيئات مختلفة وتنتج في الغالب عن تصريف الفضلات السائلة ومياه الصرف الصحي، أو عن طريق تكون ظروف لا هوائية Anaerobic تختلق بعض الأنواع من الميكروبات. وفيما يخص الملوثات الجرثومية في البيئة المائية موضوع البحث، فإنها تكون على أصناف ثلاثة⁽⁴⁾:

1- جراثيم تنقل الأمراض بوساطة المياه Waterborne diseases، وهذه الأمراض تنتقل عبر ابتلاع مياه ملوثة، إذ تكون بمثابة الناقل السلي للعدوى أو العامل الكيمائي. وتنتقل من إنسان إلى آخر أو من حيوان إلى إنسان، ولذا تعد مياه الشرب الملوثة مجرد مصدر واحد من بين مصادر عدة محتملة للعدوى.

2- جراثيم مسببة للأمراض ذات علاقة بمياه الغسيل Water-washed diseases، وهي ترتبط برداءة الصرف الصحي وعدم ملائمته. وتنتج غالباً نتيجة قلة الغسيل وانتقال العدوى باليد غير المغسولة أو ما شابه ذلك.

3- جراثيم مسببة للأمراض أساسها الماء Water-based diseases، إذ تنجم الأمراض في هذه الحالة عن جراثيم مرضية أما تقضي حياتها كلها (أو جزء أساسي منها) في الماء أو أنها تعتمد على كائنات مائية أخرى لإتمام دروات حياتها. ومثال ذلك دودة البلهارسيا *Schistosoma*

((أ)) تقييم مياه البصرة ومصادر مياه الإساءة الخام من الناحيتين البيئية والبيولوجية.
 ((ب)) إثبات خطورة وأهمية العامل البيولوجي في حدوث التلوث.
 ((ج)) بيان البعد البيئي والمكاني في تباين مستويات التلوث الجرثومي واحتمالات الإصابة بالأمراض.
 ((د)) تقدير أهمية استخدام تقنية FilmArray في الكشف عن ملوثات بيولوجية خطيرة.
 (4) أهمية الدراسة: تكمن أهمية هذه الدراسة في الخطورة العالية التي يسببها التلوث الجرثومي في صحة المياه ولإصحاح البيئي عموماً، ودور هذا التلوث في التسبب بالأمراض المعوية.
 المواد وطريقة العمل (المنهجية)
 أولاً - جمع العينات

تم جمع ست عينات لمياه خام من أماكن متفرقة ومصادر مختلفة من البصرة (الشكل 2). ومثلما يتبين من الجدول (1) والشكل (3)، فقد جرى مراعاة التباين المكاني والتنوع البيئي في اختيار مواقع أخذ العينات وطبيعة مصدرها، من أجل شمول رقعة منطقة الدراسة بأكملها وتغطية بيانات مائية متنوعة.

الشكل (2): التوزيع المكاني لمواقع العينات المدروسة وموقع منطقة الدراسة بالنسبة إلى العراق.

ملوحة وشحة مياه البصرة، المنعقدة في قسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة البصرة في 2018/12/6.
 يرى بعض الباحثين أن الأسباب المحتملة لحالات التسمم التي حصلت في صيف 2018، تتلخص بما يلي⁽⁶⁾:
 1- حصول تلوث جرثومي Biological بفيروسات أو بكتيريا أو طفيليات.
 2- حصول تلوث كيميائي (أملاح + ملوثات)، مما أسفر عن حدوث سلسلة تفاعلات سمية.
 3- حصول تلوث بسموم طحلبية (وأهمها سمّ PSP الناتج من نوع من الطلائعيات الطحلبية تدعى السوطيات الدوّارة Dinoflagellates)، وقد يعزى انتشارها إلى حدوث حالة من المدّ الأحمر.
 4- حصول عملية "تسميم" من مصدر خارجي غير محدد.

لذا، تسعى الدراسة إلى إثبات دور العامل الجرثومي في تلوث مياه مدينة البصرة. وعلى الرغم من وجود دراسات سابقة⁽⁷⁾ أولت اهتماماً بهذا الموضوع، إلا أن الكشف عن الفيروسات والبكتيريا والطفيليات باستخدام تقنية FilmArray يمثل محاولة تستحق الدراسة.

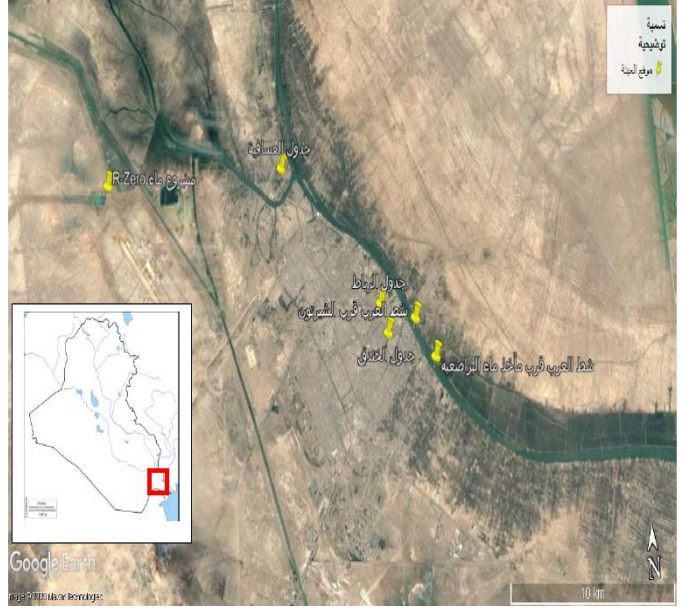
ثانياً - الأساس النظري

(1) مشكلة الدراسة: تنطلق مشكلة الدراسة من التساؤلين الآتيين:

((أ)) ما العامل البيئي المحتمل الذي يسبب التدهور البيولوجي لمياه مدينة البصرة؟
 ((ب)) هل تؤثر الظروف البيئية والمكانية في التلوث الجرثومي لمياه مدينة البصرة؟
 (2) فرضية الدراسة:

((أ)) قد يكون التلوث الجرثومي عاملاً مهماً في التأثير على صحة مياه البصرة.
 ((ب)) قد تكون الظروف البيئية والمكانية المحيطة بمصادر المياه الخام في البصرة عاملاً مساعداً على احتمالية زيادة التلوث الجرثومي من عدمه.
 (3) أهداف الدراسة: ترمي الدراسة الحالية إلى ما يلي:

رقم العينة	موقع العينة	الإحداثيات الجغرافية لموقع أخذ العينة	الموقع الجغرافي	طبيعة المصدر	مجال استخدام المياه	مصادر التلوث المتوقعة
1	مشروع ماء R-Zero (الدعة)	N 30°34'52.42 E 47°38'07.73	شمال مدينة البصرة	حوض تجميع المياه	مياه إنبالة منزلية، مياه شرب	مصادر طبيعية
2	جدول الحسافية	N 30°34'46.77 E 47°49' 17.48	الكرمة	جدول زراعي متفرع عن نهر الكرمة المرتبط بمجرى سبط العرب	سقي زراعي	مجاري منزلية، بزل زراعي، نفايات صلبة
3	جدول الرباط	N 30°31'29.90 E 47°49'17.48	مركز مدينة البصرة	جدول زراعي متفرع من نهر سبط العرب	سقي زراعي (سابقاً) صرف صحي (حالياً)	مجاري منزلية، مجاري شبكة أمطار، نفايات صلبة
4	جدول الخندق	N 30°31'51.67 E 47°49'31.16	مركز مدينة البصرة	جدول زراعي متفرع من نهر سبط العرب	سقي زراعي (سابقاً) صرف صحي (حالياً)	مجاري منزلية وتجارية، مجاري شبكة أمطار، نفايات صلبة
5	نهر سبط العرب	N 30°31'05.76 E 47°50'41.09	مركز مدينة البصرة / قرب فندق الشيرتون	مجرى طبيعي	مياه إنبالة، سقي زراعي، صيد أسماك، نقل نهري	صرف صحي، بزل زراعي، مجاري شبكة أمطار، مخلفات زوارق، نفايات صلبة، ملوثات خارجية (أملاح بحرية، مخلفات أنشطة أعلى النهر)
6	نهر سبط العرب	N 30°30'13.59 E 47°51'23.70	مركز مدينة البصرة / قرب مأخذ مشروع ماء البراضية	مجرى طبيعي	مياه إنبالة، سقي زراعي، صيد أسماك، نقل نهري	صرف صحي، بزل زراعي، مجاري شبكة أمطار، مخلفات زوارق، نفايات صلبة، ملوثات خارجية (أملاح بحرية، مخلفات أنشطة أعلى النهر)



المصدر: Image Landsat/ Coperricus ©Google Earth

المصدر: الدراسة الحقلية. تعيين الإحداثيات الجغرافية بجهاز Garmin eTrex.

وتوخياً لدقة النتائج، جُمعت كل العينات في يوم واحد هو 2019/3/13⁽⁸⁾. ولأن الفحص المختبري البيولوجي يتطلب أن يكون حجم العينة مناسباً وظروف حفظها مراعية للشروط العلمية، لذا تم جمع كل عينة في عبوة بلاستيكية سعة 5 لتر وتم إحكام غلقها جيداً وحفظها مبردة بعد إضافة قطرات من الكلوروفورم Chloroform لمنع تأثر العينة بالمتغيرات البيئية الخارجية. ونظراً لعدم توفر تقنية FilmArray في المختبرات الأكاديمية العراقية، أرسلت العينات على جناح السرعة عبر البريد السريع DHL إلى مختبرات شركة Suez الفرنسية المتطورة المتخصصة بتكنولوجيا معالجة المياه. استلمت شحنة العينات في فرنسا بتاريخ 2019/3/20، وتم إجراء العمل المختبري في يومي 21 و 22/3/2019.

الجدول (1): الخصائص المكانية لمواقع أخذ عينات المياه ضمن منطقة الدراسة.

الشكل (3): المواقع التفصيلية لجمع العينات والبيئة المحيطة بها.



جدول العسافية



حوض تجمع ماء مشروع R-Zero (البدعة)



جدول الخنق



جدول الرباط



نهر شط العرب/ قرب مأخذ ماء البراضية



نهر شط العرب/ قرب الشيرتون

المصدر: Image Landsat/ Coperricus ©Google Earth

الإحداثيات الجغرافية للمواقع بناءً على الجدول (1)

العمل بأفضل صورة ممكنة. وفي الدراسة الحالية، تم استخدام المواد والأجهزة المبينة تفصيلها أدناه في الجدول (2):

ثانياً. المواد والأجهزة المستخدمة تتطلب الدراسة الحقلية والمختبرية على حدّ سواء مجموعة من المعدات والمواد وأجهزة الفحص لإنجاز

	الكشف عن الميكروبات الممرضة في الماء مع عملية فرز كل نوع منها	BioFirm FilmArray Analysis System	جهاز FilmArray Analysis System مع الحاسوب المتحد	4
	مستلزمات اختبار دم في جهاز FilmArray لإتمام عملية الكشف عن الميكروبي	FilmArray GI Panel v2.1	كيس كواشف ومصاصات وأنابيب زرع	5

الجدول (2): المواد والأجهزة المستخدمة في العمل الحقلية والمختبرية.

ت	المادة أو الجهاز	الماركة والمندشأ	الغرض	الصورة
1	عبوات بلاستيكية سعة 5 لتر	محلي	جمع عينة المياه	
2	الكوروفورم Chloroform	Duncan's Purification Sci487	حفظ نوعية عينة الماء ومنع التأثير البيئي والبيولوجي	
3	جهاز تحديد المواقع GPS	Garmine eTrex تايوان	تعيين الإحداثيات الجغرافية لمواقع أخذ العينات	

ثالثاً - الفحص المختبري

7- يتم تشغيل الجهاز المربوط ببرنامج حاسوبي معين لإجراء التفاعل اللازم داخل حجيرة الجهاز Chamber. 8- بعد مرور نحو ساعة من الزمن، يتم خلالها حدوث تفاعلات بايوكيميائية معينة في داخل الحجيرة تؤدي في النهاية إلى الكشف عن وجود (موجب) أو عدم وجود (سالب) لأحياء مجهرية معينة وفرزها حسب النوع والفصيلة (سواء أكانت فيروسات أم بكتيريا أم طفيليات)، وتظهر النتيجة النهائية بشكل تقرير على طابعة الحاسوب (مثلاً مبين في الجدول 4).

تم في هذه الدراسة التركيز بصفة خاصة على الكشف الميكروبي لـ 22 نوع من الجراثيم المسببة للأمراض المعوية Gastro-intestinal pathogens، وذلك لكونها تشكل خطورة صحية في حالة تواجدها في المياه.

النتائج والمناقشة

يبين الجدول (2) النتائج النهائية لطبيعة تواجد الجراثيم المسببة للأمراض المعوية في عينات مياه البصرة المشمولة بالدراسة، سواء أكانت هذه الجراثيم متمثلة بالفيروسات أو البكتيريا أو الطفيليات. والواضح من النتائج أنها تكشف عن تلوث جرثومي ملحوظ لهذه العينات، وإن كان هذا التلوث متباين مكانياً ضمن منطقة الدراسة.

تدل النتائج على أن المصدر المهم لمياه الشرب في محافظة البصرة وهو مشروع ماء R-Zero (العينة 1) كان آمناً نوعاً ما، ولم تسجل أي حالة تلوث جرثومي في عينة الماء المدروسة. وقد تبعث هذه النتيجة على الطمأنينة لكون أن هذه المشروع يعد في الوقت الحاضر المجهز الرئيس لماء الإساءة والشرب لأكثر من 45% من سكان البصرة⁽¹¹⁾. ويعزى السبب الكامن وراء خلوه من الملوّثات الجرثومية إلى طبيعة المصدر الذي تأتي منه المياه، إذ ترد إليه من خارج حدود المحافظة من نهر الغراف وتنساب عبر قناة البدعة بطول يقارب 240 كم وتصرّف يتراوح بين 7-15 م³/ثا تبعاً لظروف التغذية والأحوال البيئية⁽¹²⁾. ويمكن اعتبار نوعية مياه هذا العينة

تقوم تقنية FilmArray على الفحص التحليلي والكشف والفرز السريع للممرضات المعدية التي يكون الماء مصدرها. وتكون هذه التقنية عبارة عن جهاز متكامل يقوم بعملية تحضير العينة والتكبير المجهرى والكشف والتحليل. وتتسم نتائجها بالدقة العالية التي تظهر في وقت لا يتعدى ساعة واحدة⁽⁹⁾.

في المختبر، ولأجل إتمام عملية الفحص الميكروبي، تم اعتماد الطريقة الموصوفة في Sophie Courtois⁽¹⁰⁾، التي تتضمن خطوات العمل الآتية:

1- تم في الخطوة الأولى تصفية عينات الماء بوساطة عملية ترشيح فائق Ultrafiltration وذلك للتخلص من الشوائب والعوالق التي يمكن أن تؤثر على دقة النتيجة.

2- تهيئة عدة الكاشف التي تسمى بكيس الكواشف The FilmArray Pouch Reagent Kit (الفقرة 5 الجدول 2).

ويكون كل واحد منها مخصصاً لعينة واحدة، ويحتوي الكيس الواحد على أنبوب محلول الترطيب Hydration Solution وعلى الطرف الآخر أنبوب خليط العينة Sample Mix، ويتصل ما بينهما 12 أنبوبة زرع Tubes.

3- يتم تثبيت كيس الكواشف على منصة خاصة تسمى The FilmArray Pouch Loading Station.

3- يتم سحب محلول الترطيب بحقنة syringe خاصة، وحقنه في الأنبوبة المخصصة ضمن كيس الكواشف لمحلول الترطيب Hydration Solution، والتأكد من سريان السائل عبر جميع أنابيب الزرع الاثني عشر.

4- تم إضافة مادة كيميائية كسائل معادل Buffer إلى الأنبوب المخصص لخليط العينة، ثم إضافة عينة الماء المشمولة بالدراسة حسب مقادير معينة.

5- قبل حقن المزيج في الأنبوبة يتم رجه بلطف لنحو ثلاث مرات، ومن ثم حقن المزيج كله في أنبوب Sample Mix. مع ضرورة التأكد من سريان السائل في أنابيب الزرع وامتزاجه مع محلول الترطيب.

6- ثم يجري تركيب العينة الجاهزة للفحص في جهاز FilmArray Analysis المخصص لذلك (الفقرة 4 الجدول 2).

نقطة مرجعية Point of Reference للمقارنة مع نوعية مياه العينات الأخرى المدروسة.

الجدول (2): كشف الأمراض المعوية في عينات مياه البصرة (بحجم 100 مل) تبعاً لنتائج الفحص المختبري بتقنية FilmArray.

Target	العينة 1 حوض مشروع R- Zero (نقطة مرجعية)	العينة 2 جدول العسافية	العينة 3 جدول الرباط	العينة 4 جدول الخنديق	العينة 5 شط العرب قرب الشيرتون	العينة 6 شط العرب مأخذ البراضعية
Bacteria						
<i>Campylobacter (C. jejuni/C. coli/C. upsaliensis)</i>	Not detected	✓ Detected	✓ Detected	✓ Detected	Not detected	Not detected
<i>Clostridium difficile</i> (toxin A/B)	Not detected	Not detected	✓ Detected	✓ Detected	Not detected	Not detected
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	Not detected	✓ Detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected
<i>Salmonella</i>	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected
<i>Vibrio (V. parahaemolyticus/ V. vulnificus/ V. cholerae)</i>	Not detected	✓ Detected	✓ Detected	✓ Detected	Not detected	Not detected
<i>Vibrio cholerae</i>	Not detected	✓ Detected	✓ Detected	✓ Detected	Not detected	Not detected
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Not detected	Not detected	Not detected	✓ Detected	Not detected	Not detected
Enterogastric <i>E. coli</i> (EAEC)	Not detected	✓ Detected	✓ Detected	✓ Detected	Not detected	Not detected
Enteropathogenic <i>E. coli</i> (EPEC)	Not detected	✓ Detected	Not applicable	Not applicable	Not detected	Not detected
Enterotoxigenic <i>E. coli</i> (ETEC)	Not detected	✓ Detected	✓ Detected	✓ Detected	Not detected	Not detected
Shiga-like toxin-	Not	Not	✓	✓	Not	Not

producing <i>E. coli</i> (STEC)	detected	detected	Detected	Detected	detected	detected
<i>E. coli</i> O157	Not applicable	Not applicable	✓ Detected	✓ Detected	Not applicable	Not applicable
Enteroinvasive <i>Shigella/E. coli</i> (EIEC)	Not detected	Not detected	✓ Detected	✓ Detected	Not detected	Not detected
Parasites						
<i>Cryptosporidium</i>	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected
<i>Cyclospora cayatanensis</i>	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected
<i>Entamoeba histolytica</i>	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected
<i>Giardia lamblia</i>	Not detected	✓ Detected	✓ Detected	✓ Detected	Not detected	Not detected
Virus						
Adenovirus F40/41	Not detected	✓ Detected	✓ Detected	✓ Detected	✓ Detected	✓ Detected
Astrovirus	Not detected	✓ Detected	✓ Detected	✓ Detected	Not detected	Not detected
Norovirus GI/GII	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected
Rotavirus A	Not detected	✓ Detected	✓ Detected	✓ Detected	✓ Detected	✓ Detected
Sapovirus	Not detected	Not detected	✓ Detected	✓ Detected	Not detected	Not detected

المصدر: العمل المختبري.

تسبب فيه الفيروسات الغدية إصابة بالغة للجهاز التنفسي، فإنها يمكن أيضاً أن تؤدي إلى التهاب المعدة والأمعاء حسبما تذكر بعض المصادر الطبية⁽¹³⁾. وهذه الالتهابات المعوية هي ذاتها الحالة المشخصة سريرياً لدى المصابين الذين راجعوا المشافي في أثناء أزمة التفشي المنصرمة. فيما يعد فيروس روتا المسبب الرئيس

يمكن ملاحظة حالات من التلوث الجرثومي في عينات المياه الخاصة بنهر شط العرب (العينة رقم 5 و 6). فعلى الرغم من خلو العينتين من أي تسجيل يذكر لجراثيم بكتيرية أو طفيلية، إلا أن تم كشف حالتين للتلوث بالفيروسات الغدية Adenovirus F40/41 وفيروس روتا (العجلىة) Rotavirus A. ففي الوقت الذي

مسبب للإسهال والتهاب حاد للأمعاء والقولون، ويتواجد هذا النوع من البكتيريا في المياه والطعام الملوّث بالبراز، ويُعتقد أنها تنشأ بالأساس من براز الحيوانات⁽¹⁹⁾.

فضلاً عن ذلك، سجل الكشف الميكروبي وجوداً خطيراً لثلاثة أنواع من بكتيريا الإشريكية القولونية *E. coli*؛ والإشريكية لا تعد كائناً ضاراً في العادة، لكن هنالك بعض السلالات منها تستطيع التسبب بالتهابات معويّة، ومثالها الإشريكية النازفة المعويّة *Enteroaggregative E. coli* (EAEC) والإشريكية المنتجة للذيفان المعوي *Enterotoxigenic E. coli* (ETEC) اللتان تواجدا في كل من جداول العسافية والرباط والخندق، فيما لم تتواجد الإشريكية المُمرضة للأمعاء *Enteropathogenic E. coli* (EPEC) إلا في مياه جدول العسافية فقط. وتسبب الإشريكية المنتجة للذيفان المعوي والإشريكية المُمرضة للأمعاء التهاباً معويّاً مصحوباً بإسهال مائي شديد مع شعور بالغثيان ومغص معوي وتقيؤ، فيما تسبب الإشريكية النازفة المعويّة إفراز مجموعة فعالة من السموم التي تؤدي إلى إسهال دموي وتضرر الكليتين، وقد تكون مميتة للأطفال وكبار السن على السواء⁽²⁰⁾.

هنالك أيضاً تواجد في جدول الرباط والخندق لبكتيريا الشيفيلا السميّة *Shiga-like toxin-producing E. coli* (STEC) وللإشريكية من النوع المصلي المنفرد المسعى *E. coli* O157 الذي يحمل الأضرار الصحية ذاتها التي يتصف بها نوع الإشريكية النازفة المعويّة الأنفة الذكر. كما تم الكشف في الجدولين المائيين أعلاه عن تواجد لبكتيريا الشيفيلا المعويّة *Enteroinvasive Shigella*، التي لا تصيب إلا البشر فحسب، مسببةً التهابات معوية وحُمى، وعلى الرغم من كونها لا تعمّر طويلاً في البيئة، إلا أن فاشياتها مازالت تحدث في العديد من البلدان من طريق مياه الشرب ومياه السباحة غير المعالجة⁽²¹⁾.

من ناحية أخرى، لم تكشف النتائج عن أي تواجد للطفيليات المعويّة في عينات مياه جداول العسافية والرباط والخندق، فيما عدا طفيلي الجيارديّة

للالتهابات المعدة والأمعاء لصغار السن على وجه الخصوص، ومسؤول أيضاً عن تفشي الالتهابات المعوية بين الأشخاص البالغين، والحقيقة أن العديد من فاشيات الأمراض المنقولة بواسطة الماء ترتبط بفيروسات روتا⁽¹⁴⁾.

أما بالنسبة للعينات المأخوذة من جداول العسافية والرباط والخندق (العيّنة رقم 2، 3، 4)، فإن صورة التلوث الجرثومي تبدو أكثر قتامة. إذ يلاحظ بوضوح تسجيل وجود لأنواع من البكتيريا والطفيليات والفيروسات على حدّ سواء. فمثلاً، يتواجد في كل من مياه الجداول النهريّة الثلاثة البكتيريا المسماة بالعطيفة *Campylobacter* التي تعد مسببةً للإصابة بالإسهال⁽¹⁵⁾. وسجل تواجد لبكتيريا المطثية العسيرة *Clostridium difficile* في كل من عينتي مياه جدولي الخندق والرباط، ومعروف هذا النوع بكونه يفرز سمّاً يسمى (Toxin A/B) يساعد على حدوث إسهال حاد والتهاباً للقولون لدرجة مهددة للحياة⁽¹⁶⁾. كما يمكن ملاحظة وجود بكتيريا القوربية الشيفيلانية *Plesiomonas shigelloides* في جدول العسافية، ويمكن لهذا النوع من البكتيريا التسبب بتسمم الدم واعتلالاً للجهاز العصبي والتهاباً للعيون⁽¹⁷⁾.

وبنحو غير متوقع، بيّن الكشف الميكروبي بتقنية FilmArray تواجداً لضمّيات الكوليرا *Vibrio cholerae* في العينات الثلاث الأنفة الذكر، ويعد ذلك الكشف إنذاراً خطيراً يؤشر إمكانية وقوع كارثة بيئية وصحية فيما لو تسربت هذه الضمّيات من هذه الجداول باتجاه مجرى شط العرب سيما في حالة انخفاض التصارييف النهريّة. ومعلوم أن ضمّيات الكوليرا لا تصيب إلا بني البشر حصرياً وتسبب إسهالاً شديداً مصحوباً بفقدان لسوائل الجسم، وقد تتعدى نسبة الوفيات بمرض الكوليرا حدود 60% من حالات الإصابة غير المعالجة⁽¹⁸⁾.

ثمة وجود أيضاً لبكتيريا مهمة أخرى تدعى اليرسنية المهلبة المعويّة *Yersinia enterocolitica* التي ظهرت في عينة جدول الخندق فقط، ويتصف هذا النوع بكونه

يعانون من ضعف المناعة⁽²⁶⁾. وأما فايروس سابو، فإنه أحد الفيروسات المسببة لالتهاب المعدة والأمعاء، وقد سمي بهذا التسمية نسبة إلى مدينة سابورو في اليابان، حيث تم تشخيص الفيروس لأول مرة في أثناء تفشي المرض في أحد دور الأيتام⁽²⁷⁾. هذا ولم يسجل الفحص الميكروبي بتقنية FilmArray أي تواجد لفيروس نورو Norovirus في العينات المدروسة.

مرة أخرى، وتوخياً لمزيد من الدقة لنتائج الفحص الميكروبي على العينات (1، 5، 6) بشكل خاص، التي لم تُظهر تواجداً ملحوظاً للبكتيريا والطفيليات والفيروسات، جرى إعادة الفحص بعد زيادة حجم العينة إلى 4 لتر بدلاً من 100 مل لتكون النتائج أوضح. فكشفت النتائج المبينة في الجدول (3)، أنها لم تختلف شيئاً عما جاء في الجدول السابق (2)، فيما عدا ظهور تواجد جديد لبكتيريا المطثية العسيرة *Clostridium difficile* في عينة مياه شط العرب قرب الشيرتون (العينة 5)، وهذا يعني من الناحية البيئية أن مياه شط العرب ربما تتأثر بالملوثات الموجودة في الجداول الفرعية، وأن مياه النهر لا تخلو من خطورة على الصحة العامة. ومن أجل بيان الجانب الكمي Quantitative لتواجد الملوثات الجرثومية في عينات الدراسة، يبين الجدول (4) الأعداد الكمية للبكتيريا والطفيليات والفيروسات المكتشفة في النماذج المدروسة. وواضح أن العدد الكمي لتواجدها لا يستهان به، علماً أن الحدود الدنيا (\leq) لهذا التواجد حسبما تم اعتماده في معايير وحدود جهاز الفحص FilmArray، والمبينة في الجدول (5)، لا تعني انعدام تواجد هذه الكائنات في عينات الدراسة نهائياً، بل تعني أن تواجدها إنما كان دون حدود تحسس الجهاز وحسب. وعليه فإن خطر التعرض لهذه الملوثات يبقى احتمالاً قائماً ما دام أن نظيرتها في عينات أخرى قد سُجّلت بأعداد مقلقة.

اللمبية *Giardia lamblia* الذي كان متواجداً في العينات الثلاث. ويسبب هذا الطفيلي مرضاً يعرف بداء الجيارديات Giardiasis، إذ أن وجود 10 حويصلات فقط من هذا الطفيلي في الماء تكون سبباً في حدوث المرض وتتصف بقدرتها على البقاء في الماء تصل إلى شهرين والانتقال من شخص إلى آخر لدرجة أن التقديرات تشير إلى إصابة ما يقرب من 200 مليون إنسان في العالم⁽²²⁾. والجيارديات مرض مقرف تشتمل أعراضه الحادة على خروج ريح وغازات وتطبل البطن وإسهال مائي انفجاري كريه الرائحة فضلاً عن التقيؤ وفقدان الوزن. هذا وتتسم الجيارديّة اللمبية بمقاومتها نوعاً ما للتعقيم بالكلور⁽²³⁾. وعلى سبيل المثال، بينت دراسة حديثة⁽²⁴⁾ أجريت في محافظة ذي قار المجاورة لمنطقة الدراسة، أن هنالك حالات مسجلة رسمية لحدوث إصابات بمرض الجيارديا يشتهب أنها ناجمة عن استخدام مياه إسالة ملوثة، وهو أمر يعزز فرضية التأثير الصحي للتلوث الجرثومي.

لم يبين الفحص بجهاز FilmArray أي تواجد لطفيلي الكريبتو (خفية الأبواغ) *Cryptosporidium*، في جميع عينات المياه المدروسة. وقد يعزى ذلك إلى تأثير الحجم الكبير للكتلة المائية المتدفقة عبر هذه الجداول المائية بفعل الموسم الغزير للأمطار والسيول الذي جرف معه أي تواجد لهذا الطفيلي. لكن مما يشير إلى خطورة هذا الطفيلي في حالة تواجده هو ما خلصت إليه بعض الدراسات⁽²⁵⁾، لوجود الطفيلي في العينات البرازية Stool sample لأطفال في البصرة وبالتالي احتمال وصولها للبيئة المائية مستقبلاً.

أما بخصوص الفيروسات، فتكشفت النتائج عن تواجد ملحوظ لها في عينات الجداول المائية المدروسة الثلاثة. فبالإضافة إلى وجود فيروس الغديّة وروتا الأنف ذكرهما، سُجّلت النتائج أيضاً تواجداً للفيروسات النجميّة *Astrovirus* و *Sapovirus* فايروس سابو؛ فأما النوع الأول فعادةً ما يصيب الأطفال بالإسهال كما يمكنه التسبب بالتهابات معويّة للبالغين سيما أولئك الذين

الجدول (3): كشف الأمراض المعوية في العينات 1، 5، 6 (بحجم 4 لتر) تبعاً لنتائج الفحص المختبري بتقنية FilmArray.

Enteroinvasive <i>Shigella/E. coli</i> (EIEC)	Not detected	Not detected	Not detected
Parasites			
<i>Cryptosporidium</i>	Not detected	Not detected	Not detected
<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Not detected	Not detected	Not detected
<i>Entamoeba histolytica</i>	Not detected	Not detected	Not detected
<i>Giardia lamblia</i>	Not detected	Not detected	Not detected
Virus			
Adenovirus F40/41	Not detected	✓ Detected	✓ Detected
Astrovirus	Not detected	Not detected	Not detected
Norovirus GI/GII	Not detected	Not detected	Not detected
Rotavirus A	Not detected	✓ Detected	✓ Detected
Sapovirus	Not detected	Not detected	Not detected

المصدر: العمل المختبري.

Target	العينة 1 حوض مشروع R-Zero (نقطة مرجعية)	العينة 5 شط العرب قرب الشيرتون	العينة 6 شط العرب مأخذ البراضعية
Bacteria			
<i>Campylobacter</i> (C. <i>jejuni/C. coli/C.</i> <i>upsaliensis</i>)	Not detected	Not detected	Not detected
<i>Clostridium difficile</i> (toxin A/B)	Not detected	✓ Detected	Not detected
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	Not detected	Not detected	Not detected
<i>Salmonella</i>	Not detected	Not detected	Not detected
<i>Vibrio</i> (V. <i>parahaemolyticus/ V.</i> <i>vulnificus/ V.cholerae</i>)	Not detected	Not detected	Not detected
<i>Vibrio cholerae</i>	Not detected	Not detected	Not detected
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Not detected	Not detected	Not detected
Enteraggregative <i>E. coli</i> (EAEC)	Not detected	Not detected	Not detected
Enteropathogenic <i>E. coli</i> (EPEC)	Not detected	Not detected	Not detected
Enterotoxigenic <i>E. coli</i> (ETEC)	Not detected	Not detected	Not detected
Shiga-like toxin-producing <i>E. coli</i> (STEC)	Not detected	Not detected	Not detected
<i>E. coli</i> O157	Not applicabl e	Not applicabl e	Not applicabl e

الجدول (4): القيم والحدود الكمية للملوثات الجرثومية المفحوصة في عينات مياه منطقة الدراسة.

Target	العينة 1 حوض مشروع R- Zero (نقطة مرجعية)	العينة 2 جدول العسافية	العينة 3 جدول الرباط	العينة 4 جدول الخنديق	العينة 5 شط العرب قرب الشيرتون	العينة 6 شط العرب مأخذ البراضعية
Bacteria						
<i>Campylobacter (C. jejuni/C. coli/C. upsaliensis)</i>	< 12 UFC/L	>500 UFC/L	>500 UFC/L	>500 UFC/L	< 12 UFC/L	< 12 UFC/L
<i>Clostridium difficile</i> (toxin A/B)	< 12 UFC/L	<500 UFC/L	>500 UFC/L	>500 UFC/L	12 < X < 500 UFC/L	< 12 UFC/L
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	< 12 UFC/L	>500 UFC/L	<500 UFC/L	<500 UFC/L	< 12 UFC/L	< 12 UFC/L
<i>Salmonella</i>	< 12 UFC/L	<500 UFC/L	<500 UFC/L	<500 UFC/L	< 12 UFC/L	< 12 UFC/L
<i>Vibrio (V. parahaemolyticus/ V. vulnificus/ V. cholerae)</i>	< 12 UFC/L	>500 UFC/L	>500 UFC/L	>500 UFC/L	< 12 UFC/L	< 12 UFC/L
<i>Vibrio cholerae</i>	< 12 UFC/L	>500 UFC/L	>500 UFC/L	>500 UFC/L	< 12 UFC/L	< 12 UFC/L
<i>Yersinia enterocolitica</i>	< 12 UFC/L		<500 UFC/L	>500 UFC/L	< 12 UFC/L	< 12 UFC/L
Enterococci (E. coli) (EAEC)	< 12 UFC/L	>500 UFC/L	>500 UFC/L	>500 UFC/L	< 12 UFC/L	< 12 UFC/L
Enteropathogenic <i>E. coli</i> (EPEC)	< 12 UFC/L	>500 UFC/L	Not applicable	Not applicable	< 12 UFC/L	< 12 UFC/L
Enterotoxigenic <i>E. coli</i> (ETEC)	< 12 UFC/L	>500 UFC/L	>500 UFC/L	>500 UFC/L	< 12 UFC/L	< 12 UFC/L
Shiga-like toxin-producing <i>E. coli</i>	< 12 UFC/L	<500 UFC/L	>500 UFC/L	>500 UFC/L	< 12 UFC/L	< 12 UFC/L

(STEC)						
<i>E. coli</i> O157	Not applicable	Not applicable	>500 UFC/L	>500 UFC/L	Not applicable	Not applicable
Enteroinvasive <i>Shigella/E. coli</i> (EIEC)	< 12 UFC/L	<500 UFC/L	>500 UFC/L	>500 UFC/L	< 12 UFC/L	< 12 UFC/L
Parasites						
<i>Cryptosporidium</i>	< 0.5 cysts/L	< 0.5 cysts/L	< 0.5 cysts/L	< 0.5 cysts/L	< 0.5 cysts/L	< 0.5 cysts/L
<i>Cyclospora cayetanensis</i>	< 0.5 cysts/L	< 0.5 cysts/L	< 0.5 cysts/L	< 0.5 cysts/L	< 0.5 cysts/L	< 0.5 cysts/L
<i>Entamoeba histolytica</i>	< 0.5 cysts/L	< 0.5 cysts/L	< 0.5 cysts/L	< 0.5 cysts/L	< 0.5 cysts/L	< 0.5 cysts/L
<i>Giardia lamblia</i>	< 0.5 cysts/L	> 20 cysts/L	> 20 cysts/L	> 20 cysts/L	< 0.5 cysts/L	< 0.5 cysts/L
Virus						
Adenovirus F40/41	< 250 copies/L	> 10 000 copies/L	> 10 000 copies/L	> 10 000 copies/L	> 10 000 copies/L	$10^4 < X < 3.10^6$ copies/L
Astrovirus	< 250 copies/L	> 10 000 copies/L	> 10 000 copies/L	> 10 000 copies/L	< 250 copies/L	< 250 copies/L
Norovirus GI/GII	< 250 copies/L	< 10 000 copies/L	< 10 000 copies/L	< 10 000 copies/L	< 250 copies/L	< 250 copies/L
Rotavirus A	< 250 copies/L	> 10 000 copies/L	> 10 000 copies/L	> 10 000 copies/L	> 10 000 copies/L	$10^4 < X < 3.10^6$ copies/L
Sapovirus	< 250 copies/L	< 10 000 copies/L	> 10 000 copies/L	> 10 000 copies/L	< 250 copies/L	< 250 copies/L

المصدر: العمل المختبري.

تلوثها ببكتيريا وفيروسات معوية. أما جداول العسافية والرباط والخندق (العينات 2، 3، 4) على التوالي، فكانت كلها ملوثة بجميع أجناس الميكروبات المدروسة تقريباً.

الجدول (6): خلاصة تواجد الملوثات الجرثومية في مصادر مياه البصرة المدروسة.

رقم العينة	مصدر العينة	البكتيريا	الطفيليات	الفيروسات
1	حوض تجميع مشروع ماء R-Zero			
2	جدول العسافية			
3	جدول الخندق			
4	جدول الرباط			
5	نهر شط العرب/ قرب الشيرتون			
6	نهر شط العرب/ قرب مأخذ البراضعية			

المفتاح	
وجود بكتيريا	اللون الأزرق
وجود طفيليات	اللون البرتقالي
وجود فيروسات	اللون الأحمر
لا يوجد	اللون الأخضر

الاستنتاجات

1- يبدو جلياً أن مصادر المياه الخام في البصرة تعاني من تلوث جرثومي خطير، وهذا يشكل تهديداً جدياً للصحة البشرية بمجرد التعامل المباشر مع هذه المياه، ويقيد من استعمالها بصورة كبيرة.

2- نظراً لأن النتائج قد كشفت عن أن عينة ماء مشروع R-Zero، التي ترد المياه إليه من خارج حدود محافظة البصرة، قد خلت من أي ملوثات جرثومية، فإنه يمكن عدّ هذه المياه (نقطة مرجعية) للمقارنة مع نوعية المياه الجارية في داخل منطقة الدراسة، التي أظهرت تأثرها الكبير بمصادر داخلية مختلفة للتلوث بفعل النشاطات البشرية المؤثرة في البيئة المائية.

3- على الرغم من جمع عينات الدراسة في موسم الفيضان وارتفاع المناسيب المائية، فإن وجود تلوث جرثومي عالٍ في الجداول المتفرعة من نهر شط العرب إنما يؤشّر بأن هذه الجداول تعدّ بمثابة مستودعات كامنة لنمو وازدهار الميكروبات التي يمكن بدورها العمل على تلويث بيئة شط العرب كلما كانت الظروف البيئية

الجدول (5): المعايير الدالة على التلوث الجرثومي تبعاً إلى حجم العينة المفحوصة في جهاز FilmArray.

حجم العينة (لتر)	نوع الجرثومة المرصدة المستهدفة	التعبير عن النتيجة في حالة الكشف الموجب	التعبير عن النتيجة في حالة الكشف السالب
0.1	البكتيريا Bacteria	> 500 UFC/L	< 500 UFC/L
	الطفيليات Parasite	> 20 cysts/L	< 20 cysts/L
	الفيروسات Virus	> 10 000 copies/L	< 10 000 copies/L
4	البكتيريا Bacteria	> 12 UFC/L	< 12 UFC/L
	الطفيليات Parasite	> 0.5 cysts/L	< 0.5 cysts/L
	الفيروسات Virus	> 250 copies/L	< 250 copies/L

المصدر:

Sophie Courtois, New generation technology for rapid detection of waterborne pathogens, SUZE, 2018.

يبين الجدول (6)، خلاصة الكشف الميكروبي بتقنية FilmArray لعينات المياه المدروسة حسب كل موقع. ومثلما يتضح، فإن موقع حوض تجميع مشروع ماء R-Zero (العينة رقم 1) قد خلى من أي تواجد للملوثات الجرثومية بأجناسها الثلاثة (البكتيريا والطفيليات والفيروسات)، فيما خلى أيضاً موقع شط العرب قرب مأخذ البراضعية (العينة 6) من التلوث بالبكتيريا والطفيليات، لكن كان ملوثاً ببعض الفيروسات المعوية. أما موقع شط العرب قرب الشيرتون (العينة 5)، فإنه يخلو من أي تواجد للطفيليات، في مقابل تسجيل

المقترحات

- 1- الحاجة إلى مراقبة دورية مكثفة لنوعية المياه في البصرة، وخصوصاً لتلك المخصصة للاستخدام البشري.
- 2- أهمية استحداث نظام للإنذار المبكر في حالة حصول تلوث شديد للمياه، وتحذير الناس قبل وقوع المخاطر البيئية البيولوجية.
- 3- ضرورة أن تتضمن مشاريع تصفية المياه في البصرة على تقانات للمعالجة البيولوجية (المعالجة الثلاثية)، وذلك لخطورة التلوث الحاصل بالملوثات الجرثومية.
- 4- الاستعانة بتقنية الفحص الميكروبي FilmArray سواء في المختبرات الحكومية أم الأكاديمية، وذلك لفائدتها في تقديم نتائج دقيقة وتفصيلية للكشف عن تواجد الملوثات الجرثومية وتشخيصها في الأوساط البيئية.

الهوامش

شكر وتقدير: يود الباحث تقديم الشكر الجزيل إلى كل من ساعده على إتمام هذه الدراسة. ويخص بالذكر المهندس غيث الراوي، مدير إقليمي في شركة Seuz لتكنولوجيا وحلول المياه، لمنحه الباحث الإذن باستخدام بعض البيانات الواردة في الدراسة. والشكر أيضاً إلى الدكتورة صوفي كورتوا Sophie Courtois، المتخصصة في علم الميكروبيولوجيا البيئية، وذلك لإدارتها العمل المختبري في فرنسا. والشكر موصول إلى الدكتور بارني أوستن Barney Austin رئيس شركة AquaStrategies لتخطيط وعلوم وهندسة المياه، والدكتور علاء عبدالرزاق الأستاذ في كلية الهندسة بجامعة البصرة، وذلك للاستشارات العلمية والمساعدات الحقلية المفيدة. كما يعرب الباحث عن الامتنان والتقدير البالغين إلى شركة Seuz Water Technologies & Solutions، لتغطية تكاليف العمل الحقلية والمختبري على السواء.

(1) C.P. Gerba and I.L. Pepper, Microbial Contaminates, in Pepper,

مواتية لذلك. إذ تتدفق كتلة الملوثات بمجرد هبوط منسوب شط العرب وانخفاض تصريفه إلى أقل من 30 م³/ثا، وهذا ما يفسر حالة التلوث الفجائية التي حصلت من جراء الانخفاض الحاد للمناسيب في الموسم الماضي الجاف (2018).

4- يمكن عزو الانخفاض النسبي في تواجد الملوثات الجرثومية في نهر شط العرب قياساً بالجدول الفرعية إلى الحجم الكبير للكتلة المائية لشط العرب والتدفق السريع لتياره المائي فضلاً عن التصريف العالي لمجرى النهر في وقت أخذ العينات الذي قارب 100 م³/ثا نتيجة لغزارة الموسم المطري حينئذ. وهذا الأمر عمل على إعادة تنشيط خاصية التخفيف والتنقية الذاتية Self-purification للنهر. ومع ذلك، لم يكن هذا كافياً للتخلص تماماً من بعض أنواع الميكروبات مثلما تبين سلفاً.

5- على الرغم من ارتفاع تراكيز الملوحة والدور المحتمل للتلوث الكيميائي في حالات التسمم التي وقعت في الأزمة الماضية مثلما أوضحت إحدى الدراسات الحكومية ذلك⁽²⁸⁾، فإن الكشف الذي توصلت إليه هذه الدراسة عن وجود ميكروبات معوية في مياه البصرة يعدّ سبباً وجيهاً (وليس بالضرورة قطعياً) لاعتبارها مسبباً رئيساً لحالات التهابات المعوية التي شهدتها البصرة في ذلك الوقت، سيما أن الأعراض الطبية السريرية المسجلة تتوافق إلى حدّ كبير مع الأعراض التي تسببها تلك الجراثيم البوئية.

6- أثبتت تقنية الفحص الميكروبي FilmArray كفاءتها في كشف الملوثات الجرثومية وفرزها وتشخيصها بصورة فعالة، على نقيض طرائق الفحص البيكتريولوجي التقليدية. وأن الاكتفاء بالكشف عن بكتيريا القولون Total Coliforms أو البكتيريا البرازية Fecal Coliforms أو بكتيريا العدّ الكلي Total Count قد لا تكون أدلة كافية للكشف عن أنواع الميكروبات الكامنة في عينات المياه أو غيرها.

Asaad M.R. Al-Tae, 2004, Prevalence of Pathogenic Vibrios in Aquatic Environment and Drinking Water, Marina Mesopotamia, 19 (1):1-5.

Shukri I. Al-Hassen, Bacterial Contamination caused by Wastewater discharged from of some Hospitals in Basra City, Southeast Iraq, Journal of Arts, No. (70), 2014: 1-16.

(8) جُمعت العينات في وقت كانت يشهد فيه نهري شط العرب وتفرعاته ارتفاعاً ملحوظاً في الورد المائي الناتج عن غزارة الموسم المطري الشتوي 2018/2019، إذ بلغت تقديرات كمية التصريف في شط العرب أكثر من 100 م³/ثا بعد أن كانت بحدود 30 م³/ثا فقط خلال أزمة حدوث التسمم في صيف العام 2018. ومع هذا، وبالرغم من حالة التخفيف المتوقعة، فإن هذه الكمية المرتفعة للمياه خلال وقت أخذ العينات لا تعني سلامة المياه في البصرة من تأثير مصادر التلوث. وإذا ما كشفت هذه الدراسة عن تسجيل وجود أي ملوثات جرثومية، فسيكون ذلك أن حجم التلوث أكبر من قدرة النهري على التنقية الذاتية.

(9) للاستزادة بشأن تطبيقات ومزايا هذه التقنية، يُنظر مثلاً:

Sophie Courtois, New Generation Technology for Rapid Detection of Waterborne Pathogens, SUZE, 2018.

(10) Sophie Courtois, *Ibid*.

(11) وزارة الأسكان والأشغال العامة والبلديات، دائرة ماء البصرة، مشروع ماء العباس (R-Zero)، بيانات غير منشورة، 2019.

(12) وزارة الموارد المائية، مديرية الموارد المائية في محافظة البصرة، سجلات التصريف النهري، بيانات غير منشورة، 2019.

(13) World Health Organization (WHO), Human Adenovirus, in Kathy

I.L. et al., *Environmental and Pollution Science*, 2nd., Elsevier, New York, 2006, p. 162.

(2) Human Rights Watch, *Basra is Thirsty: Iraq's Failure to Manage the Water Crisis*, New York, 2019, p.1.

(3) Aude-Valérie Jung, et al., Microbial Contamination Detection in Water Resources: Interest of Current Optical Methods, Trends and Needs in the Context of Climate Change, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2014, 11, 4292-4310;

doi:10.3390/ijerph110404292, p. 4292

(4) مجموعة من العلماء، دراسات متقدمة في التلوث البيئي، ت: شكري إبراهيم الحسن، دار المعارف للكتب الجامعية، بيروت، 2019، ص 268-271.

(5) وزارة الموارد المائية، مديرية الموارد المائية في البصرة، سجلات التصريف النهري، بيانات غير منشورة، 2018.

(6) شكري إبراهيم الحسن، مشاهدات حقلية خلال أزمة تسمم المياه في البصرة، بحث مقدم في ندوة أزمة ملوحة وشحة مياه البصرة، المنعقدة في قسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة البصرة في 6/12/2018.

(7) يُنظر على سبيل المثال لا الحصر:

Asaad M.R. Al-Tae and S.M. Shamshoom, 2001, Salmonella Detection in Drinking Water using New Incubation Regime, Marina Mesopotamia, 16 (2):143-148.

Asaad M.R. Al-Tae, 2001, Assessment of Water Quality due to Microbial Growth in Drinking Water Distribution Systems in Basra City, Marina Mesopotamia, 16 (1):37-46.

Asaad M.R. Al-Tae, 2002, The Relations between Indicators and Pathogenic Bacteria in Southern Iraqi Waters, Marina Mesopotamia, 18 (2):87-94.

and Practice of Infectious Diseases, 8th. Edition, Vol.2, New York, 2015, p. 2128.

- (27) [Osamu Nakagomi](#), et.al., Sapovirus, in *Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Disease*, 9th Edition, Sanders Elsever, Beijing, 2013, p. 289.
- (28) جامعة النهرين، تقرير فني لتحليل مصادر المياه السطحية في البصرة، دراسة مقدمة إلى مجلس محافظة البصرة، 2018 (غير منشورة).

المصادر

- جامعة النهرين، تقرير فني لتحليل مصادر المياه السطحية في البصرة، دراسة مقدمة إلى مجلس محافظة البصرة، 2018 (غير منشورة).
- شكري إبراهيم الحسن، مشاهدات حقلية خلال أزمة تسمم المياه في البصرة، بحث مقدم في ندوة أزمة ملوحة وشحة مياه البصرة، المنعقدة في قسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة البصرة في 2018/12/6.
- علي ضعيف البدري، الخصائص الكمية والنوعية لمياه الإسهال وتأثيراتها الصحية في محافظة ذي قار: دراسة في الجغرافية البيئية، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة البصرة، 2019.
- مجموعة من العلماء، دراسات متقدمة في التلوث البيئي، ت: شكري إبراهيم الحسن، دار المعارف للكتب الجامعية، بيروت، 2019.
- وزارة الأسكان والأشغال العامة والبلديات، دائرة ماء البصرة، مشروع ماء العباس (R-Zero)، بيانات غير منشورة، 2019.
- وزارة الموارد المائية، مديرية الموارد المائية في البصرة، سجلات التصريف النهرية، بيانات غير منشورة، 2018.
- وزارة الموارد المائية، مديرية الموارد المائية في محافظة البصرة، سجلات التصريف النهرية، بيانات غير منشورة، 2019.
- Asaad M.R. Al-Tae and S.M. Shamshoom, 2001, Salmonella Detection in

Pond, *Water Recreation and Disease. Plausibility of Associated Infections: Acute Effects, Sequelae and Mortality*, IWA Publishing, London, 2005, p.193.

- (14) C.P. Gerba and I.L. Pepper, *Op.cit.*, pp. 148-149.
- (15) مجموعة من العلماء، مصدر سابق، ص 270.
- (16) Fahmi Y. Khan & Abdul-Naser Elzouki, *Clostridium difficile* infection: a review of the literature, *Asian Pac J Trop Med*, 2014; 7(Suppl 1): p.S7.
- (17) J. Michael Janda et.al., *Plesiomonas shigelloides* Revisited, [Clin Microbiol Rev](#). 2016 Apr; 29(2): 349-374.
- (18) مجموعة من العلماء، مصدر سابق، ص 277.
- (19) C.P. Gerba and I.L. Pepper, *Op.cit.*, p. 150.
- (20) *Ibid*, p. 151.
- (21) مجموعة من العلماء، مصدر سابق، ص 276.
- (22) علي ضعيف البدري، الخصائص الكمية والنوعية لمياه الإسهال وتأثيراتها الصحية في محافظة ذي قار: دراسة في الجغرافية البيئية، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة البصرة، 2019، ص 196.
- (23) المصدر نفسه، ص 204.
- (24) مجموعة من العلماء، مصدر سابق، ص 288.
- (25) يُنظر:
- M Salim, Epidemiological study on *Cryptosporidium* among Children in Basra Province-Iraq, *Journal of Physics: Conf. Series* 1032 (2018).
- Nadham K. Mahdi, et.al., First Report of *Cryptosporidium* among Iraqi Children, *Eastern Mediterranean Health Journal*, Vol.2, No.1, 1996, pp.115-120.
- (26) [Raphael Dolin](#) and [John J.Treanor](#), Astroviruses and Picobirnaviruses, in Mandell et.al., *Principles*

- Nadham K. Mahdi, *et.al.*, First Report of *Cryptosporidium* among Iraqi Children, Eastern Mediterranean Health Journal, Vol.2, No.1, 1996, pp.115-120.
- [Osamu Nakagomi](#), *et.al.*, Sapovirus, in *Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Disease*, 9th Edition, Sanders Elsever, Beijing, 2013.
- [Raphael Dolin](#) and [John J.Treanor](#), Astroviruses and Picobirnaviruses, in Mandell *et.al.*, *Principles and Practice of Infectious Diseases*, 8th. Edition, Vol.2, New York, 2015.
- Shukri I. Al-Hassen, Bacterial Contamination caused by Wastewater discharged from of some Hospitals in Basra City, Southeast Iraq, *Journal of Arts*, No. (70), 2014: 1-16.
- Sophie Courtois, New Generation Technology for Rapid Detection of Waterborne Pathogens, SUZE, 2018.
- World Health Organization (WHO), Human Adenovirus, in Kathy pond, *Water Recreation and Disease. Plausibility of Associated Infections: Acute Effects, Sequelae and Mortality*, IWA Publishing, London, 2005.
- Drinking Water using New Incubation Regime, *Marina Mesopotamia*, 16 (2):143-148.
- Asaad M.R. Al-Tae, 2001, Assessment of Water Quality due to Microbial Growth in Drinking Water Distribution Systems in Basra City, *Marina Mesopotamia*, 16 (1):37-46.
- Asaad M.R. Al-Tae, 2002, The Relations between Indicators and Pathogenic Bacteria in Southern Iraqi Waters, *Marina Mesopotamia*, 18 (2):87-94.
- Asaad M.R. Al-Tae, 2004, Prevalence of Pathogenic Vibrios in Aquatic Environment and Drinking Water, *Marina Mesopotamia*, 19 (1):1-5.
- Aude-Valérie Jung, *et al.*, Microbial Contamination Detection in Water Resources: Interest of Current Optical Methods, Trends and Needs in the Context of Climate Change, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2014, 11, 4292-4310; doi:10.3390/ijerph110404292,
- C.P. Gerba and I.L. Pepper, Microbial Contaminates, in Pepper, I.L. *et al.*, *Environmental and Pollution Science*, 2nd., Elsevier, New York, 2006.
- Fahmi Y. Khan & Abdul-Naser Elzouki, *Clostridium difficile* infection: a review of the literature, *Asian Pac J Trop Med*, 2014; 7(Suppl 1): S6-S13.
- Human Rights Watch, *Basra is Thirsty: Iraq's Failure to Manage the Water Crisis*, New York, 2019.
- J. Michael Janda *et.al.*, *Plesiomonas shigelloides* Revisited, [Clin Microbiol Rev](#). 2016 Apr; 29(2): 349–374.
- M Salim, Epidemiological study on *Cryptosporidium* among Children in Basra Province-Iraq, *Journal of Physics: Conf. Series* 1032 (2018).

Abstract

This study aims to investigate the index of microbial contamination in water samples of Basra City. The study hypothesizes that microbial contaminants in the water may be a significant reason for the health damage. The study used the advanced FilmArray Analysis Technology to detect microbial contamination in the studied water samples. Six samples of raw water were collected for different locations in Basra during March 2019, and were shipped to France for testing there in advanced laboratories.

The results showed that the water samples taken from the Asafiya, Rabat and Khandak canals were heavily contaminated with different types of bacteria, parasites and viruses, perhaps the most dangerous of which are *Vibrio cholerae* in particular. Samples from the Shatt al-Arab River, meanwhile, included some types of viruses, bacteria and parasites to a lesser degree, while the sample from the R-Zero Water Supply Project was safe and free from any microbial contamination.

The study concluded that the studied canals flowing from the Shatt al-Arab River are considered as pools for the production of microbial contaminants, and then constitute a health threat to the water quality of the Shatt Al-Arab River, which is an important source of water supply in Basra Governorate. As well, the detection of uncountable various microbes in the studied water samples may be a strong probable cause for the occurrence of the mentioned outbreak crisis in conjunction with the low discharge at that time. FilmArray Analysis Technology is very useful for accurate and rapid detection and screening of pathogenic microbes, especially in times of environmental disasters.