مجلة مركز بحوث و دراسات المدينة المنورة

العدد الخامس ربيع الثاني – جمادى الآخرة ١٤٢٤ هـ يونيو – أغسطس ٢٠٠٣ م

- البناء والكراء في سوق المناخة بين المنع والإباحة
- أمراء المدينة المنورة في النصف الأول من العهد العثماني
- الحياة الثقافية في المدينة المنورة في العهد المملوكي
- جماليات المكان ـ العقيق نموذجاً ـ قراءة في شعر شعراء المدينة المعاصرين
- رحلة ابن بطوطة إلى المدينة المنورة

المسرطنات المائية

أ.د. عادل عوض

قسم الهندسة البيئية – جامعة تشرين – سورية

المقدمة

كان الاهتمام العلمي سابقاً في مجال مياه الشرب ينصب على اختبار تلوث مياه الشرب بالجراثيم المسببة للأمراض ، ومع تطور العلم وتعقد الاختصاصات توجه الاهتمام نحو مشاكل أكثر تعقيداً وخطورة على الصحة العامة ، خصوصاً ما يتعلق بالحالات المسببة للأمراض السرطانية والتشوهات الخلقية الناتجة عن المركبات السامة الموجودة في مياه الشرب .

لقد جرت مؤخراً مناقشات عديدة حول الأسباب البيئية للسرطان . فاستعرض اوكون عام ١٩٩٦[١] المسببات الحالية والقديمة للأمراض المنتقلة عن طريق المياه ، ابتداءً من الكوليرا في القرن التاسع عشر ووصولاً إلى السرطانات في العقود الحالية التي تنتج عن مركبات كيميائية عضوية في مياه الشرب ، وبخاصة المبيدات الزراعية وثلاثي الهالوميثان *THMs* . إن بعض المسببات السرطانية المرتبطة بالمياه هي نفسها المسببة للأمراض المعدية المرتبطة بالمياه ، وسوف نعرض في هذه الدراسة التصنيف البيئي الممكن للمسرطنات المائية (الموجودة في الماء) ، وهي تتبع حقيقة التصنيفات البيئية للأمراض المُعدية الناتجة عن الكائنات الحية (*living organisms*) – مثل الجراثيم والفيروسات والديدان الطفيلية المتصلة بالمياه – التي طورها برادلي *(Bradly)*[٢] . وتمّ التوسع في مجال بعض الأمراض التي تعود للبيئة السكنية (المنزلية) ؛ إذ شملت مفهوم المسرطنات المرتبطة بالمياه[٣] .

---

(1) Okun, D.A. (1996). "From cholera to cancer to cryptosporidiosis". *J. Envir. Engrg.*, ASCE, Vol. 122, N° 6, pp. 453-458 .

(2) White, G. F., Bradley. D.J., and White, A. V. (1972). "Drawers of water: domestic water use in East Africa". Chicago University Press, Chicago, II .
Feachem, R. G. (1975). "Water supplies for low-income communities in developing countries". *J. Envir. Engrg.* Div., ASCE, Vol. 101 (E4), pp. 687-703 .

(3) Mara, D.D., and Alabaster, G. P. (1995). "'An environmental classification of housing-related diseases in developing countries". *J. Tropical Medicine and Hygiene*, Oxford, England, Vol. 98, N° 1, pp. 41-51 .
Mara, D.D., and Chapham, D. (1997). "Water-related carcinomas: Environmental classification. *J. Envir. Engrg.*, ASCE, Vol. 122, N° 5, pp. 416-422 .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

إن تقديم مثل هذه التصنيفات للمسرطنات ذات العلاقة بالمياه الملوثة مفيد للباحثين والخبراء العاملين في مجال هندسة صحة البيئة التي تهدف أساساً إلى الارتقاء بالبيئة البشرية بطريقة تمنع أو تقلل من انتقال الأمراض المعدية والخطيرة (السرطانية) وفي لفت النظر إلى العلاقة المحتملة بين المياه والسرطان ، وقد تكون منطلقاً لاتخاذ قرارات سليمة في التحكم البيئي والتعامل الصحيح مع مصادر المياه بشكل عام .

٢ - التصنيف البيئي للمسرطنات :

قام التصنيف البيئي للمسرطنات المائية على التمييز بين المسببات الأساسية المسرطنة (المباشرة) المحمولة أو الموجودة في المياه والمسببات الأخرى (غير المباشرة) المرتبطة بنقص النظافة أو نقص مياه الغسيل والمسببات المرتبطة بآليات نقل المسرطنات والمتمثلة بوجود الحشرات النواقل في المياه.

لهذا صنّفت المسرطنات ذات العلاقة بالمياه إلى ثلاث مجموعات:

١ - مسرطنات أساسها الملوثات المحمولة بالمياه *(Water-borne)* .

٢ - مسرطنات أساسها بيوض الديدان الموجودة في المياه *(Water-based)* .

٣ - مسرطنات مرتبطة بنقص النظافة *(Water-washed)* وبالحشرات النواقل في المياه *(Water-related insect vector)* .

وتنسجم هذه التسميات مع المعنى المحدد لها في تصنيف برادلي *(Bradly)* المعروف منذ ما يقارب ثلاثين عاماً[1] . وهناك تصنيفات أخرى حديثة تقسم ملوثات المياه التي ترتبط بعملية التسرطن إلى عدة أقسام أو مجموعات مثل الكائنات الحية المجهرية والملوثات الكيميائية (العضوية وغير العضوية) والملوثات النشطة إشعاعياً وغير ذلك، ولكن هذه التقسيمات تبقى في إطارها العام متوافقة مع تصنيف برادلي.

وترتبط المسرطنات التي تحدث عن طريق « المواد الملوثة المحمولة بالمياه » بتناول المواد المسببة للمرض واستنشاقها وهي المتواجدة في مياه الشرب (نظرياً وعملياً تنتقل بعض مسببات المرض إلى داخل الجسم عن طريق الجلد). أما المسرطنات التي « أساسها في المياه » فترتبط بوجود بيوض الديدان في المياه . أما المسرطنات «المرتبطة

(1) Cairncross, S. and Feachem, R. (1993). "Environmental health engineering in the tropics: an introductory text". Second Edition, J. Wiley & Sons, pp. 3-9 .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

بنقص النظافة أو بنقص مياه الغسيل » فتنتشر عند وجود مستويات غير كافية من المياه لأغراض الصحة العامة (الأغراض الشخصية). وفيما يخص « مسرطنات الحشرات النواقل » فهي التي تنتج عن وجود الحشرات النواقل في وسط مائي وهي تتوافق مع الأمراض الناتجة عن حوامل الجراثيم والطفيليات . ويلخص الجدول (١) المرفق بهذا البحث النتائج البيئية لتصنيف المسرطنات المائية . ومن الجدير بالذكر ، أنه عندما نصف نوعاً معيناً من السرطان على أن مسبباته منقولة بالمياه ، فهذا لا يعني أن هذا السرطان دائماً مرجعه المياه، ولكن نقصد أنه يمكن إيجاد علاقة محتملة بين ما تحمله المياه من مواد مسرطنة ومرض السرطان. ويمكن وصف السرطان هنا على أنه سرطان ناتج عن المياه إذا كان هناك دليل على احتمال حدوثه بواسطة مواد مسرطنة متواجدة في مياه الشرب. ولا تستثنى هنا الروابط أو الأسباب الأخرى. ونلفت الانتباه هنا إلى نقطتين هامتين وهما: (١) السرطانات على وجه العموم هي أمراض ذات أسباب عديدة قد لا تكون حتمية أو كافية لإحداث المرض ولكنها تعتبر مساهمة إلى حدٍ ما في وجوده ، و (٢) إن مستوى المعرفة الحالية لا يسمح بالتحديد الدقيق للمسببات، ولكنها تبقى مؤشرات مهمة إلى الأسباب المحتملة أو الممكنة للإصابة على صعيد المجتمع كله، هذا مع العلم أن الباحثين عرفوا الآن الكثير عن مسببات السرطان على المستوى الجزيئي والجيني وما يحدث من خلل في الجينات أو المورثات.

٢-١- السرطانات التي تحدث عن طريق الملوثات المحمولة بالمياه :

تتضمن هذه المجموعة السرطانات التي تحدث بواسطة تناول أو استنشاق مواد مسرطنة أو محرضة على السرطان موجودة في مياه الشرب ، وكما أسلفت فإنه من المستحيل طبياً أن ننسب إلى المسبب المحمول بالمياه وحده ظهور أي سرطان عند أي فرد (وهذا صحيح بالنسبة لكل السرطانات وأسبابها المحتملة) . كذلك فإن المعطيات أو البيانات المتعلقة بالتعرض البيئي (المسرطنات في مياه الشرب) نادراً ما تكون متوفرة (على سبيل المثال حالة الزرنيخ؛ راجع فقرة المركبات اللاعضوية) وبدلاً من ذلك يُستعان عادة بنتائج التجارب المخبرية التي تُجرى على الحيوانات (عادة القوارض) بتعريضها إلى تراكيز عالية من المركبات المسرطنة المشكوك فيها في مياه الشرب ، أو المعطيات الوبائية التي تنتج عادة عن

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

جرعات عالية من المسرطنات. وعند ذلك تستخدم نماذج رياضية معروفة ، هي في الغالب نموذج استقرائي خطي متعدد المراحل *(Multistage linear model)*[١] لاشتقاق علاقة بين تركيز المواد المسرطنة (أو المشتبه بها) في المياه ، خصوصاً في حالة الجرعات الصغيرة، والمخاطر المحتملة لتزايد حدوث السرطان.

وقد وضعت وكالة حماية البيئة الأمريكية عام ١٩٩٦ إرشادات أو معايير جديدة لتقييم الخطر المحتمل للسرطان، تقوم على استبدال أو استكمال المخاطر المقدرة المستندة على مراقبة علاقة الورم بالجرعة لدى حيوانات المختبر ، والمعطيات الأخرى لتأثير العوامل المسرطنة على مستوى الخلية أو دون الخلية بالإضافة إلى مركبات السموم والعمليات الاستقلابية[٢] .

إن منظمة الصحة العالمية *(WHO)* تفترض في إرشاداتها لعام ١٩٩٣[٣] الخاصة بجودة مياه الشرب القيمة المعيارية أو القياسية *GV* (المسموح بها) المتعلقة بتركيز المواد المسرطنة (أو المشتبه بتحريضها للسرطان) في مياه الشرب بما يقابلها خطر السرطان المتوقع على مدى حياة الإنسان *(LECR)* مساوياً لـ: 10^{-5} . وهذا يعني أن الخطر السرطاني المتراكم على مدى عمر الإنسان (ويقدر هنا بـ ٧٠ عاماً) هو بمعدل ضحية واحدة لكل ١٠٠.٠٠٠ نسمة ، وذلك بفرض استهلاك مياه الشرب بمعدل ٢ لتر في اليوم وبوزن وسطي للمستهلك ٦٠ كغ الحاوية على تراكيز أعظمية من المادة المسرطنة مساوية لما هو مسموح به حسب القيمة الإرشادية *(GV)* . وعندما نسقط معدل الخطر هذا على المجتمع كله فستزداد الإصابات بمعدل (١.٤٣) إصابة سرطانية لكل (١٠) مليون نسمة سنوياً ، وذلك بسبب وجود المركب المسرطن بقدر يساوي تركيز القيمة المعيارية لمياه الشرب *(GV)* التي يتناولها هذا المجتمع في الشروط الطبيعية (الصحية) .

إن القيم المعيارية المذكورة في إرشادات منظمة الصحة العالمية تستند بشكل أساسي على مجال ثقة أعلى من ٩٥٪ وبالتالي يمكن تقدير الخطر المحتمل واقعياً بأقل كثيراً من 10^{-5} . كما تؤكد منظمة الصحة العالمية

(1) Haas, C. N. (1993). "Risk analysis as a standard settling tool". *Water Quality Int.*, London, England, Part 4, pp. 30-32 .
(2) Environmental Protection Agency (EPA). (1996). "Proposed guidelines for cancer risk assessment". Fed. Register, Vol. 61, N° 79, pp. 17,960-18,011 .
(3) WHO (1993). "Guidelines for drinking water quality". Second Edition, Vol. 1, Recommendation .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

(WHO) في إرشاداتها المذكورة أن إحصائياتها عن خطر السرطان المحمول بواسطة المياه مبنية على نماذج احتفاظية متوخية جانب الحذر، فهي تقديرات معتدلة أو أقل من معتدلة مراعية جانب الأمان .

المركبات العضوية:

حددت منظمة الصحة العالمية (WHO) بإرشاداتها لعام ١٩٩٣: ٨٦ مركباً عضوياً على درجة عالية من الخطورة في مياه الشرب. ومن بين هذه المركبات صنفت الوكالة الدولية لبحوث السرطان ومركزها مدينة ليون في فرنسا) عدداً منها ضمن المجموعات التالية :

٢ مركب: مؤكدة التسرطن للإنسان (المجموعة الأولى *I*) .

٣ مركب: محتملة التسرطن للإنسان (المجموعة الثانية *2A*) .

٢٨ مركب: ممكنة التسرطن للإنسان (المجموعة الثانية *2B*) .

١٨ مركب: غير قابلة للتصنيف من ناحية قدرتها المسرطنة للإنسان بسبب عدم كفاية المعلومات (المجموعة الثالثة ٣).

٣٥ مادة يجب تقييمها لاحقاً من قبل الوكالة الدولية لبحوث السرطان *(IARC)* .

ويوجد بالنسبة لـ (١٤) مركب منها دليل واضح على قدرتها المسرطنة الوراثية (الجينية) السميّة التي يمكن أن تحدث عند أي مستوى من التعرض.

وقد حددت منظمة الصحة العالمية *(WHO)* من خلال إرشاداتها لعام ١٩٩٣ قيماً معيارية لا يسمح بتجاوزها *(GV)* تستند على قيم *(LECR)* المساوية (10^{-5}) انظر المرفق بالبحث (الجدول رقم ٢) . كما أعطت في نفس الجدول الدليل الورمي الموافق الذي قدرّت بموجبه احتمالات الخطر (السرطانات التي تحدث عند حيوانات المختبر) لسبعة من هذه المركبات على أنها مسرطنات غير جينية (غير وراثية) تحدث فقط فوق مستوى معين من التعرض. وقد اصطلح على تسميته (الجرعة الحدية المسموح بها) . وترتكز القيم المعيارية *(GV)* هنا على مستوى التأثير العكسي *(NOAEL)* في حيوانات المختبر التي تساعد بعد ذلك في الحصول على المعدل اليومي المقبول لتجرع الملوّث عند البشر *(TDI)* . وهناك ملوثات أخرى يمكن أن يكون لها تأثير مسرطن على حيوانات المختبر ، ولكن قيمها المعيارية

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

المسموح بها تقوم على ظهور تأثيرات صحية أخرى عند تراكيز لهذه الملوثات هي أقل من المعايير المحددة .

ففي حين نجد أن قبول هذه القيم المعيارية *(GV)* يمكن أن يؤدي لحدوث إصابات سرطانية إضافية غير مرغوبة بمعدل ضحية واحدة لكل ١٠٠.٠٠٠ نسمة على مدى متوسط عمر الإنسان (٧٠) عاماً ، فإن نفقات تحقيق هذه القيم المعيارية أو الالتزام بها هائلة ، فعلى سبيل المثال قدّرت وكالة حماية البيئة الأمريكية *(EPA)* الاستثمار المطلوب لتفادي الحالات السرطانية من خلال إزالة مركبات المبيدات الإلكلورية*(Alachlor)* في مياه الشرب بـ (٣) بليون دولار[1] . هذا مع الإشارة إلى أن معالجة المياه لإزالة الإلكلور ستزيل معها مبيدات سرطانية أخرى وهذا يؤدي إلى منافع كامنة أخرى لم تؤخذ بالاعتبار عند حساب الكلفة الاستثمارية .

ويمكن تقسيم أهم المركبات العضوية المحمولة بالمياه المسؤولة التي تسبب أمراض السرطانات يمكن تقسيمها إلى : **الألكانات المكلورة** (مثل رابع كلوريد الكربون و١،٢- ثنائي كلوروايتان) **والإيتينات المكلورة** (مثل كلوريد الفينيل وثلاثي كلوروايتين) **والهيدروكربونات العطرية المتعددة النوى** (مثل البنزو (أ) بيرين) **والفينولات والكلوروفينولات** (مثل ٢، ٤، ٦- ثلاثي كلوروفينول وخماسي كلوروفينول) **والمبيدات الزراعية** (مثل كلوردان واترازين ود.د.ت). وهناك أيضاً المركبات العضوية المتطايرة *(Volatile organic compounds VOC)* التي تتميز بدرجة غليان أقل أو يساوي ١٠٠ درجة مئوية وضغط بخار أكبر من ١ ملم زئبق في الدرجة ٢٥مْ، وهي غالباً مسرطنة أو محرّضة على السرطانات. ويزيد من خطورتها كونها في حال بخار ومن ثم انتشارها السهل في الوسط المحيط مما يعقّد عملية السيطرة عليها. وتنتمي بعض المركبات العضوية المذكورة أعلاه إلى المركبات المتطايرة . ويلخّص الجدول رقم (٣) المرفق بالبحث أهم الملوثات العضوية المتطايرة الثمانية وتأثيراتها الخطرة على الصحة ، والمعايير الإرشادية المسموح بها في مياه الشرب التي وضعتها حسب حماية البيئة الأمريكية *(EPA)* .

(1) Environmental Protection Agency (EPA). (1990). "Addendum to draft regulatory impact analysis of national primary drinking water regulations for synthetic organic chemicals (April 1988)". Final Rep., Ofc. of Ground Water and Drinking Water, Washington, D.C .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

مياه الشرب المكلورة:

يتم تعقيم مياه الشرب في مختلف بلدان العالم بواسطة مادة الكلور التي تقوم بتطهير هذه المياه من الجراثيم المرضة . إلا أن هذه العملية تؤدي إلى تشكل مركبات جانبية خطرة من خلال تفاعل الكلور مع الملوثات العضوية الموجودة في مصادر المياه. وهذه المركبات هي **ثلاثي الهالوميثان** *(THMs)* وهي على أنواع ، وأكثرها ظهوراً وبتراكيز عالية هو **الكلوروفورم**[١] .

وقد أجريت دراسات وبائية عديدة في الولايات المتحدة الأمريكية لتقرير ما إذا كان هناك علاقة بين استهلاك مياه الشرب المكلورة وظهور متزايد لحالات سرطانية معينة.

وقد أشارت الوكالة الدولية لبحوث السرطان *(IARC)* في نتائج أحد الأبحاث[٢] . أنه ليس هناك علاقة كافية (مؤكدة) لتشكل السرطانات عن طريق مياه الشرب المكلورة ، ولهذا صنفت ضمن المجموعة *(2B)* (سرطانات ممكنة) . ونشر موريس وآخرون[٣] ضمن دراساتهم الوبائية للفترة الواقعة ما بين ١٩٦٦-١٩٩١ نتائج تدل على وجود علاقة إيجابية ما بين استهلاك مياه شرب مكلورة (الحاوية على مركبات جانبية نتيجة التعقيم بالكلور ، مثل مركبات ثلاثي الهالوميثان *THMs*) وسرطانات المثانة والمستقيم عند الإنسان . واستنتجوا إحصائيًا بأن ٩٪ من سرطانات القولون والمستقيم و ١٥٪ من سرطانات المثانة في الولايات المتحدة قد تعود إلى استهلاك مياه مكلورة. ولكن آخرين[٤] انتقدوا

(1) Awad, A., and Abu-El Shár, W. (1998). "Risk assessment for chlorinated organics in drinking water". Colloque Franco-Libanais sur L'eau et la Santé, Beyrouth, 15-17 October .
Davis, M. L., and Cornwell. D. A. (1991). "Introduction to environmental engineering". Second Edition, McGraw-Hill .

(2) IARC (1991). "Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans". Volume 52: Chlorinated Drinking Water, Chlorination by-products, some other Halogenated Compounds, Cobalt and Cobalt Compounds. Int. Agency for Res. on Cancer (IARC), Lyon, France .

(3) Morris, R. D., Aubet, A. M., Angelillo, I. S., Chalmers, T. C., and Mosteller, F. (1992). "Chlorination, chlorination by-products, and cancer: meta-analysis". *Am. J. of Public Health*, Vol. 82, N° 7, pp. 955-963 .

(4) Bailar, J. C. (1995). "The practice of meta-analysis". *J. Clinical Epidemiology*, Oxford, England, Vol. 48, N° 1, pp. 149-157 .
Craun, G. F. (1993a). "Epidemiology studies of water disinfectants and disinfection by-products". Safety of Water Disinfection: Blancing the Chemical and Microbial Risks, G. F. Craun. ed., ILSI Press, Washington, D. C. pp. 277-301 .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

عمل موريس ومجموعته بشدة وذلك لسببين: أولهما وجود فجوة كبيرة ما بين نتائج تحليلاتهم الإحصائية الوبائية والنتائج المبنية على تجارب مختبرية أجريت على القوارض، وثانيهما أن التحليل الإحصائي غير ملائم وغير كافٍ. مع ذلك جاءت دراسات أخرى[١] لتؤكد وجود علاقة واضحة بين سرطان المثانة على الأقل وتناول مياه مكلورة. وهذا كله يشير إلى ضرورة إجراء المزيد من الأبحاث الملحة والمستعجلة في هذا الإطار .

وجرت بحوث في فنلندة[٢] تغطي (٥٦) بلدية كشفت إمكانية تشكل سرطانات المعدة والمثانة والكلية بسبب استهلاك مياه شرب مكلورة . وأشار كانتور في دراسته المرجعية[٣] إلى تمييز سرطانات المثانة والقولون والمستقيم عن غيرها ، إذ يمكن أن تكون أكثر ارتباطاً بالاستهلاك المديد والمتراكم لمياه مكلورة. وهذا يعني - بحسب رأيه - أنه يمكن أن يحدث سنوياً في أمريكا عدة آلاف من حالات السرطانات بسبب استهلاك مياه مكلورة مسحوبة أصلاً من مصادر المياه السطحية المعقمة في محطات المعالجة. ويخلص بالنتيجة إلى أن المعلومات المتوفرة تدعم التركيز والاهتمام الجاد بموضوع الخطر السرطاني لدى سلطات المياه للعمل على تقليل التعرض - قدر الإمكان - للنواتج الجانبية لكلورة مياه الشرب أثناء معالجة التلوث الميكروبيولوجي بالكلور . واقترحت الوكالة الأميركية لحماية البيئة *(EPA)*[٤] تخفيض مركبات ثلاثي الهالوميثان *(THMs)* من تركيز ١٠٠ ميكروغرام في اللتر إلى ٨٠ ميكروغرام في اللتر ، إلا أن هذا سيكلف حوالي ١ مليار دولار سنوياً .

مما تقدم فإن المراجعة السابقة تظهر وجود علاقة – وإن كانت غير مرضية تماماً – بين استهلاك مياه شرب مكلورة وتطور عملية التسرطن خصوصاً

(1) Doll, R. (1995). "Chemicals in drinking water: hazards to health and the economy". Water and Public Health, A. M. B. Golding, N. Noah, and R. Stanwell-Smith, eds., Smith Gordon Publishers, London, England, pp. 279-295 .
(2) Koivusalo, M., et al. (1994). "drinking water mutagenicity and gastrointestinal tract cancers: an ecological study in Finland". *Am. J. of Public Health*, Vol. 84, N° 8, pp. 1223-1228 .
(3) Cantor, K. P. (1994). "Water chlorination, mutagenicity, and cancer epidemiology". *Am. J. of Public Health*, Vol. 84, N° 8, pp. 1211 - 1212 .
(4) EPA. (1994). "Tougher rules proposed for drinking water". *EPA. J.*, Vol. 20, N° 3/4, p. 3 .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

سرطان المثانة والقولون والمستقيم. إلا أن هذا لا يعني بالضبط الدعوة إلى التخلي عن الكلور ودوره الهام والمعروف عالمياً في منع انتشار الأمراض التي تنتقل عن طريق المياه مثل الكوليرا والزحار والتيفوئيد وغيرها من الأمراض الجرثومية العديدة..

المركبات اللاعضوية:

حددت منظمة الصحة العالمية *(WHO)* في إرشاداتها المعيارية لمياه الشرب لعام ١٩٩٣: ٢٣ مركباً غير عضوي صنفتها الوكالة الدولية لبحوث السرطان *(IARC)* على أنها مسرطنات إنسانية معروفة (مجموعة أولى) أو مسرطنات إنسانية محتملة أو ممكنة على التوالي (مجموعة *2A* و *2B*) وذلك كما يلي:

الزرنيخ – الأسبستوس – الكروم *VI* – النيكل مجموعة أولى (١)

البريليوم – الكاديوم مجموعة ثانية (*2A*)

ثلاثي أوكسيد الآنتمون – البرومات – الرصاص مجموعة ثانية (*2B*)

وباستثناء الزرنيخ والبرومات والأسبستوس، لم يُلحظ تسبب أي من هذه المواد في حدوث السرطان على الحيوانات المختبرية أو على الإنسان عن طريق الفم، هذا على الرغم من ربطها في الماضي بسرطان المعدة الذي لم يعد مسلماً به الآن[1] [٩ و ١٧]. أما بالنسبة للنترات *(NO3)* والنتريت *(NO2)* المسموح بها حديثاً بمقدار(١٠ ملغ / ليتر للنترات و ٣ ملغ / ليتر للنتريت) فهي تضمن حماية الأطفال الرضع من أمراض أو سرطانات الدم. وعلى كل حال فالنترات والنتريت يساعدان على تشكل مركبات نتروزامين داخل جسم الإنسان ، يكون معظمها قدرة على إحداث السرطنة، ومنها سرطان المثانة .

أما الزرنيخ الموجود في مياه الشرب بتراكيز تتراوح بين ٠.١ – ١.٠ ملغ / لتر فهو يرتبط بقوة مع حدوث سرطانات الجلد والرئة والكبد[2] . إن تركيز

(1) WHO (1993). "Guidelines for drinking water quality". Second Edition, Vol. 1, Recommendation .
Doll, R. (1995). "Chemicals in drinking water: hazards to health and the economy". Water and Public Health, A. M. B. Golding, N. Noah, and R. Stanwell-Smith, eds., Smith Gordon Publishers, London, England, pp. 279-295 .

(2) Environmental Protection Agency (EPA). (1990). "Special report on ingested inorganic arsenic: skin cancer, nutritional essentiality". Rep. No. EPA - 625/3 - 87/013, Washington D.C .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

الزرنيخ القاتل في مياه الشرب المرتبط يؤدي لحدوث سرطان الجلد في مياه الشرب (١-١٤٪ من هذه السرطانات تعتبر قاتلة) بمعدل 10^{-5} و 10^{-4} الموافقة للقيم المعيارية المسموح بها في مياه الشرب حسب إرشادات منظمة الصحة العالمية *(WHO)* وهي (١.٧ – ٠.١٧) ميكروغرام / لتر على التوالي . وقد سجلت هذه المنظمة في إرشاداتها المعيارية ١٩٩٣ الملاحظات التالية: إنه نظراً للصعوبات المنهجية في الدراسة التي اشتقت منها أساساً هذه القيم يمكن أن يكون تقدير خطر السرطان مغالى به، وللتقليل من تراكيز هذه الملوثات المسرطنة الموجودة في مياه الشرب وضعت المنظمة قيماً معيارية شرطية للزرنيخ مقدارها (١٠) ميكروغرام في اللتر . وإن قيم *(LECR)* الموافقة لهذا التركيز هي (6×10^{-4}) للسرطانات الجلدية غير المميتة و ($6\times10^{-6} - 8\times10^{-5}$) للسرطانات الجلدية المميتة.

وتتشكل البرومات *(Bromate)* كمنتجات ثانوية لعمليات التعقيم أو التطهير الجرثومي وهي تتكون من البروميد خلال عملية التعقيم بالأوزون. وانطلاقاً من تحريضها لأورام الكلية

ضمن فترات الاختبار والتجريب على الحيوانات المختبرية التي أعطيت برومات البوتاسيوم في مياه الشرب، قدّرت منظمة الصحة العالمية بالاعتماد على قيم *(LECR)* من 10^{-4}و 10^{-5} تركيز البرومات المسموح بها في مياه الشرب ما بين ٣٠ ميكروغرام / ليتر و٣ ميكروغرام / ليتر على التوالي. واستناداً إلى التقنيات التحليلية المحدودة تكون القيمة المعيارية المسموح بها *(GV)* المعتمدة هي ٢٥ ميكروغرام / ليتر والموافقة لقيمة *(LECR)* بحدود (7×10^{-5}) .

لقد صنف الأسبستوس *(Asbestos)* أو الأميانت *(Amiante)* في المجموعة الأولى المعروفة بتسببها في إصابة الإنسان بمرض السرطان عند استنشاقها، إلا أن هناك شكاً في تسببها بالسرطان عند تناولها مع مياه الشرب حسب إرشادات منظمة الصحة العالمية لعام ١٩٩٣، إذ جاء فيها أنه لا حاجة لوضع معيار خاص بالأسبستوس في مياه الشرب، لأنه ليس هناك توافق واضح ما بين الأسبستوس المتناول والمخاطر الصحية. وأن الأسبستوس الموجود بتراكيز اعتيادية في مياه الشرب لا يشكل تأثيراً سلبياً مميزاً على الصحة الإنسانية. لكن الوكالة الدولية لبحوث السرطان من خلال مراجعتها للدراسات الوبائية الخاصة

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

بالسرطانات والوفيات الناجمة عنها[١] أكّدت وجود بعض التوافق في العلاقة بين سرطانات البنكرياس والمعدة وبين تراكيز الأسبستوس في مياه الشرب. كما أصدرت وكالة حماية البيئة الأميركية[٢] ضوابط خاصة بوجود الأسبستوس في مياه الشرب ضمن معاييرها القومية الخاصة بتراكيز الملوثات الخطرة العضوية وغير العضوية المسموح بها في مياه الشرب والمستندة على تحريضها للسرطانات على فئران المختبر الذكرية، وحددت أقصى مستوى تلوث مسموح به في الليتر وهو (٧) مليون من ألياف الأسبستوس من الأقطار الأكبر من (١٠) ميكرومتر، علماً أن الألياف الأصغر من (١٠) ميكرومتر ليست ذات تأثير هام أو مميز على الصحة البشرية.

المواد المشعة :

يعتبر **الرادون** – 222(^{222}Rn) المادة الوحيدة الأكثر أهمية من بين الملوثات الإشعاعية في مياه الشرب. وهو ناتج انحلال إشعاعي للراديوم – 226(^{226}Ra) ، إذ يملك انحلالية عالية .

والرادون غاز مشع عديم الرائحة واللون (جسيمات ألفا) بعمر فيزيائي نصفي ٣.٨٢ يوم، ومصنف حسب *(IARC)* ضمن المجموعة الأولى المعروفة بالمواد المسرطنة المؤكدة. وبالنظر إلى مجمل السرطانات المميتة التي تحدث بواسطة الملوثات في المياه فإن نسبة الإصابات الناتجة عن الرادون هي أكبر من مجموع كل السرطانات الأخرى، حيث قُدّرت الإصابات السرطانية المميتة التي يمكن أن تحدث في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها على مدى (٧٠) عاماً (وهو متوسط عمر الإنسان) من خلال التعرض للرادون الموجود أصلاً في مياه الشرب، بحدود ١٧٠٠٠ ضحية[٣] .

(1) IARC. (1990). "Cancer: causes, occurrence and control". Scientific Publ. N°. 100. Int. Agency for Res. on Cancer, Lyon, France, pp. 233 - 234 .

(2) Environmental protection agency (EPA) (1993). "National primary drinking water regulations". Code of Federal Regulations, part 141, Ofc. of Water, Washington, D. C .

(3) Crawford-Brown, D. J. (1992). "Cancer risk from radon". *J. AWWA*, Vol. 84, N° 3, pp. 77 - 81 .
Milvy, P., and Cothern, C. (1990). "Scientific background for the development of regulations for radionuclides in drinking water". Radon, Radium and Uranium in Drinking Water, C. Cothern, and P. Rebers, eds., Lewis Publishers, Chelsea, Mich., pp. 1 - 15 .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

إن المبعث المبدئي للقلق هنا ليس الرادون (^{222}Rn) الواصل عن طريق تناول مياه الشرب فقط ، بل هو أيضاً بسبب انبعاثه من الأدوات المنزلية مثل حنفيات المياه والدوش والغسالات. فهو ينحل ليشكل البولونيوم – ٢١٨ ، التي تمتزها بسهولة الجسيمات المحمولة في الهواء، والتي عند استنشاقها تتوضع في الرئتين حيث تحرض على السرطان. ويتعرض الناس إلى الرادون (^{222}Rn) إما بشكل مباشر من الغازات المنبعثة من التربة والمنتشرة في الهواء ، أو بشكل غير مباشر عندما ينبعث من الماء في الوسط الهوائي ، وتساهم الأخيرة ما بين (١-١٢٪) من حالات التعرض الكلي للرادون[١] . وتكوِّن الحالتان المذكورتان لانبعاث الرادون السبب الثاني الأكثر أهمية (بعد التدخين) للإصابات بسرطان الرئة في إنكلترا[٢] [٢٧].

وقد حددت منظمة الصحة العالمية (في إرشاداتها لعام ١٩٩٣) القيمة المعيارية المسموح بها *(GV)* من جسيمات ألفا المشعة في المياه بـ (٠.١) بيكوكوري في اللتر دون تحديد ذلك بالنسبة للرادون – $222Rn$. وفي إنكلترا حُددت قيمة *(GV)* للرادون (^{222}Rn) بـ (١٠٠) بيكوكوري في اللتر[٣]. وفي الولايات المتحدة الأمريكية حُددت القيمة المسموح بها *(GV)* استناداً إلى القيمة ($LECR = 10^{-4}$) بـ (١١) بيكوكوري في اللتر[٤] [٢٨] . وكانت تراكيز (الرادون -٢٢٢) الوسطية المقاسة في مياه الشرب في كل الهيئات أو السلطات العامة المعنية بمياه الشرب في الولايات المتحدة الأمريكية بحدود (٣.٩) بيكوكوري في اللتر استناداً إلى القيمة ($LECR = 10^{-5}$)[٥] . أما الجماعات التي تعتمد في مصادر مياه الشرب

(1) Cothern, C. R., Lappenbusch, W. L., and Michel, J. (1986). "Drinking-water contribution to natural background radiation". *Health Phys.*, Vol. 50, N° 1, pp. 33 - 47 .

(2) Green, B. M. R., and O'Riordan, M. C. (1992). "Radon in dwellings in England". Nat. Radiological Protection Board, Chilton, England .

(3) Cothern, C. R., Lappenbusch, W. L., and Michel, J. (1986). "Drinking-water contribution to natural background radiation". *Health Phys.*, Vol. 50, N° 1, pp. 33 - 47 .

(4) Environmental Protection Agency (EPA). (1991). "National primary drinking water regulations: radionuclides-proposed rule". Fed. Register, Vol. 56, N° 13, pp. 138 - 156 .

(5) Crawford-Brown, D. J. (1992). "Cancer risk from radon". *J. AWWA*, Vol. 84, N° 3, pp. 77 - 81 .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

على الآبار الخاصة فستكون معرضة لتراكيز أعلى من الرادون . وقد أشار أحد الأبحاث إلى مستويات تراكيز تزيد عن (١٠٠٠) بيكوكوري في اللتر في إحدى طبقات المياه الجوفية ضمن مناطق صخرية غرانيتية في إنكلترا حاوية على العديد من الآبار الخاصة باعتبارها مصادر مياه الشرب[١] .

٢-٢- السرطانات التي أساسها بيوض الديدان في المياه :

تترافق بعض سرطانات وخاصة سرطان الخلايا الحرشفية *(Squamous cell carcinomas)* مع المنشقة البولية *(Urinary schistosomiasis)* المنقولة بواسطة المنشقة الدموية *(S. haematobium)*[٢] . فعلى سبيل المثال في مصر حيث تظهر كثيراً المنشقة البولية، يأتي سرطان المثانة في المرتبة الأولى بين جميع أنواع السرطانات المسجلة لدى الرجال البالغين[٣] . وأكثر المصابين بالمنشقات المرافقة بسرطان المثانة هم بعمر ٣٠ - ٥٠ سنة، بينما سرطان المثانة غير المرتبط بها (أي بالمياه) نادراً ما يصيب الأعمار التي هي دون الخمسين. هناك عادة علاقة وثيقة بين حدوث سرطان المثانة وانتشار تكلس المثانة البولية كما أظهرت ذلك تقارير المسح السكاني العام بأشعة X .

وقد دلّت أغلب الدراسات الحديثة أن العدوى بالمنشقة الدموية، ليست هي العامل المحرّض الوحيد، بل إنَّ التسرطن يعتمد على عدة عوامل أخرى خاصة منها مستوى تناول النترات (حيث تكون مياه الشرب مصدراً هاماً لها، خصوصاً عندما تزيد تراكيز النترات فيها عن ١٠ ملغ / لتر) وكذلك المستويات النهائية للنتروزامين في المثانة (تتحول مركبات النتريت والنترات في المثانة إلى نتروزامين). كذلك فإن عدوى إصابة الأجهزة البولية يمكن أن يزيد الأمر خطورة[٤] .

(1) Heath, M. J. (1991). "Radon in the surface waters of south west England and its bearing on uranium distribution, faults and facture systems and human health". *Quarterly J. of Engrg. Geol*., Bath, England, Vol. 24, N^{o} 1, pp. 183 - 189 .

(2) Burton, G. J. (1982). "Parasites". Cancer Epidemiology and Prevention, D. Schottenfeld and J. Fraumeni, eds., W. B. Saunders, Philadelphia, Pa., pp. 408 - 418 .

(3) Brand, K. G. (1982). "Cancers associated with asbestosis, schistosomiasis, foreign bodies and scars". Cancer: A Comprehensive Treatise, Vol. 1, 2nd. Ed., F. F. Becker, ed. Plenum Press, New York, N. Y., pp. 661 - 692 .

(4) Pugh, C. B., and Ansell, I. D. (1992). "The urinary tract". Systemic pathology, Vol. 8, C. B. Pugh and I. D. Ansell, eds., Churchill Livingstone, Edinburgh, Scotland, pp. 713 - 721 .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وقد صنفت الوكالة الدولية لبحوث السرطان *(IARC)* المنشقة الدموية ضمن المجموعة الأولى المسرطنة للإنسان .

وهناك أيضاً علاقة بين سرطان القولون والمستقيم ووجود المنشقة المعوية في حال الإصابة بعدوى المنشقة اليابانية *(S. japonicum)*، إذ صنفت الـ *(IARC)* المنشقة اليابانية مسرطنات ممكنة ضمن المجموعة الثانية *(2B)* .

ويترافق سرطان القناة الصفراوية مع العدوى بالعصارة الكبدية الشرقية، ومع المتورقات متشعبة الخصية البحرية *(Opisthorchis viverrini)* والمتورقات متشعبة الخصية الصينية *(Clonorchis sinensis)*[1] . وقد صنفت الـ *(IARC)* متشعبة الخصية البحرية ومتشعبة الخصية الصينية مسرطنات ضمن المجموعة الأولى *(I)* والمجموعة الثانية *(2A)* على التوالي .

٢-٣- المسرطنات المرتبطة بنقص النظافة وبالحشرات النواقل في المياه :

تعزى السرطانات المرتبطة بنقص النظافة بشكل رئيسي إلى الكائنات الحية المجهرية التي ربما تتكاثر بسبب نقص النظافة أو نقص مياه الغسيل. فالسرطانات الرئيسية المرتبطة باستعمال كميات مياه غير كافية (حالة عدم توفر المياه بشكل كافٍ) للأغراض الصحية المنزلية والشخصية (بما فيها الأكل) هي سرطان الأعضاء التناسلية (العضو الذكري) وسرطان المعدة بسبب الجرثومة المتحلزنة البوابية، ويمكن أن تحدث الإصابة بسرطان القولون والمستقيم بسبب جرثومة المتفطرة نظيرة السلية ، وهناك أيضاً فرصة الإصابة بسرطان المرارة بسبب العدوى المزمنة ببكتريا سالمونيلا التيفوئيد والباراتيفوئيد .

ومن المقبول حالياً أن سرطان العضو الذكري الذي يمثل ما يزيد عن ١٣٪ من كل حالات السرطانات التي تصيب الرجال في أجزاء من أفريقيا وآسيا[2] ، أصبح يشكل حالة مرضية خطيرة للسكان ، حيث لا يمارس الختان ولا تتوفر العناية الصحية. وبالعكس، نجد أنه لا ينتشر بين السكان في المجتمعات التي

(1) Paradinas, F. J. (1994). "Liver tumours and tumour-like conditions". Systemic pathology, Vol. 11, D. Wight, ed., Churcill Livingstone, Edinburgh, Scotland, pp. 469 - 541 .

(2) Reddy, R. M., Raghavaiah, N. V., and Mouli, K. C. (1975). "Prevalence of carcinoma of the penis with special reference to India". *Int. Surgery*, Turin, Italy, Vol. 60, N° 2, pp. 474 - 476 .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

لا تطبق عادة الختان ، إلا أنَّ لديها وعي صحي عال ، كما هو الحال على سبيل المثال في اسكندينافيا[١] . فنحن نجد في بومباي بالهند - على سبيل المثال - أن سرطان العضو الذكري غير موجود أو شبه غائب بين الفرس والمسلمين الذين يطبقون عادة الختان، ولكن بالمقابل يظهر بشكل شائع نسبياً بين الهندوس والمسيحيين والبوذيين الذين يطبقون الختان بشكل روتيني. ويكون الخطر الاحتمالي العام من سرطان العضو الذكري في الولايات المتحدة على مدى عمر الإنسان مساوياً إلى (10^{-5}) أي بمعدل ضحية واحدة لكل ١٠٠.٠٠٠ رجل. ولكن هذا الخطر يزداد بين الرجال غير الخاضعين للختان إلى (6×10^{-2}) أي بمعدل ستة ضحايا لكل ١٠٠ رجل[٢]. وليس هناك دليل وبائي مباشر على أن سرطان العضو الذكري مرتبط باستعمال منخفض من المياه المنزلية للأغراض الصحية ولكن الاستقراء النظري للمعرفة الصحية المتجمعة من البلدان النامية تدل على هذا[٣] .

وقد أشارت دراسات قديمة[٤] إلى أن الاهتمام والعناية بصحة الأعضاء التناسلية عند الرجال يمكن أن يمنع سرطان الذكر بنفس القدر الناتج عن فعالية الختان. إن تحسين الشروط الصحية للأعضاء التناسلية (الذكر) فُسر حديثاً على أنه العامل الرئيسي في تخفيض سرطانات العضو الذكري في الدنمارك خلال الفترة ١٩٤٣ - ١٩٩٠، فقد تزايدت نسبة المنازل الدنماركية التي تحتوي على حمامات، إذ ارتفعت هذه النسبة من ٣٥٪ عام ١٩٤٠ إلى ٩٠٪ عام ١٩٩٠[٥] .

---

(1) Hall, E. L., and Schottenfeld, D. (1982). "Penis". Cancer Epidemiology and Prevention, D. Schottenfeld and J. F. Fraumeni, eds., W. B. Saunders, Philadelphia, Pa., pp. 958 - 967 .

(2) Kochen, M., and McGurdy, S. (1980). "Circumcision and the risk of cancer of the penis: a life-table analysis". *Am. J. of Diseases of Children*, Vol. 134, N° 5, pp. 484 - 486 .

(3) Mara, D.D., and Alabaster, G. P. (1995). "`An environmental classification of housing-related diseases in developing countries". *J. Tropical Medicine and Hygiene*, Oxford, England, Vol. 98, N° 1, pp. 41-51 .
Mara, D.D., and Chapham, D. (1997). "Water-related carcinomas: Environmental classification. *J. Envir. Engrg.*, ASCE, Vol. 122, N° 5, pp. 416-422.

(4) Kyalwazi, S. K. (1966). "Cancinoma of the penis: a review of 153 patients admitted to Mulago Hospital, Kampala, Uganda". *East African Medical J.*, Nairobi, Kenya, Vol. 43, N° 10, pp. 415 - 425 .
Wolbarst, A. L. (1932). "Circumcision and penile cancer". *The Lancet*, London, England, (Jan. 16), pp. 150 - 153 .

(5) Frisch, M., Friis, S., Kjaer, S. K., and Melbye, M. (1995). "Falling incidence of penis cancer in an uncircumcised population (Denmark 1943 - 90)". *British Medical J.*, London, England, 311, 1471 .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وهناك دليل قوي متزايد على أن سرطان المعدة يترافق بشدة مع العدوى التي تصيب الناس في مرحلة الطفولة ، وهي البكتريا المتحلزنة البوابية (هيليكوباكتربيلوري *H . Pylori*)[١] . وقد صنفت الوكالة الدولية لبحوث السرطان *(IARC)* جرثومة المتحلزنة البوابية *(H.Pylori)* ضمن المجموعة الأولى المسرطنة (مجموعة *I*) انظر (الجدول ١). وهي عدوى شائعة الانتشار عالمياً حيث تشكل في الدول النامية ما بين ٨٠ - ٩٠٪ من الإصابات وما بين ٣٠ - ٩٠٪ في الدول الصناعية. فهذه الجرثومة تحرض على حدوث السرطان من خلال القرحات المعدية المزمنة التي تحدثها[٢] . ويعود تقييم طرق انتقال الجرثومة المسؤولة عن الإصابة بسرطان المعدة إلى أنها تعود إلى التصنيف المرتبط بنقص مياه الغسيل *(Water-washed)* أكثر منها ارتباطاً بالمحمول بالمياه *(Water-borne)*. علماً بأن هناك دراسات تعطي دليلاً معاكساً على الإصابة المحمولة بالمياه *(Water-borne)* وتبين أن العدوى حدثت في سانتياغو / الشيلي عن طريق تناول الخضار دون غسيل التي تمّ إرواؤها بمياه صرف صحي غير معالجة[٣] .وعلى كل حال فإن انتقال البكتريا المتحلزنة البوابية *(H.Pylori)* في البلدان النامية يكون على الغالب بسبب نقص مياه الغسيل *(Water-washed)* أكثر منها بسبب المحمول بالمياه *(Water-borne)*[٤] . وهناك

(1) Guarner, J., Mohar, A., Parsonnet, J., and Halperin, D. (1993). "The association of Helicobacter pylori with gastric cancer and preneoplastic gastric lesions in Chiapas, Mexico". *Cancer*, Vol. 71, N° 2, pp. 297 - 301 .
Blaser, M. J. (1996). "The bacteria behind ulcers". *Scientific Am.*, Vol. 274, N° 2, pp. 92 - 97 .

(2) Trichopoulas, D., Li, F. P., and Hunter, J. D. (1998). "What causes cancer", *Scientific Am.*, Vol. 14, N° 2, pp. 26 - 34 .
Alexander, H. A., Kelsen, D. P., and Tepper, J. E. (1993). "Cancer of the stomach". Cancer: Principles and Practice of Oncology, 4th Ed. V. T. De Vita, S. Hellman, and S. A. Rosenberg, eds., J. B. Lippincott Co., Philadelphia, Pa., pp. 818 - 848 .

(3) Hopkins, R. J. et al. (1993). "Seroprevalence of helicobacter pylori in Chile: vegetables may serve as one route of transmission". *J. of Infections Diseases*, Vol. 168, N° 1, pp. 222 - 226 .

(4) White, G. F., Bradley. D.J., and White, A. V. (1972). "Drawers of water: domestic water use in East Africa". Chicago University Press, Chicago, II .
Feachem, R. G. (1975). "Water supplies for low-income communities in developing countries". *J. Envir. Engrg.* Div., ASCE, Vol. 101 (E4), pp. 687-703 .
Mara, D.D., and Chapham, D. (1997). "Water-related carcinomas: Environmental classification. *J. Envir. Engrg.*, ASCE, Vol. 122, N° 5, pp. 416-422.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

دراسات أخرى تشير إلى أن وجود إدارة سليمة للصحة الوقائية - خاصة ما يتعلق منها بنظم تصريف مياه المجاري (مياه الصرف الصحي) ووحدات المعالجة الملائمة لهذه المياه - قد أعاق العدوى ببكتيرة (جرثومة) المتحلزنة البوابية، مما أدى إلى تناقص الوفيات بسرطان المعدة بشكل واضح[١] .

وبشكل مشابه لما سبق، فإن آخر المؤشرات تدل على أن العدوى بالجرثومة المتفطرة نظيرة السلية *(M. Paratuberculosis)* يمكن أن ترتبط بمرض الكرون *(Crohn)*[٢] الذي بدوره قد يؤهب لحدوث سرطان القولون والمستقيم[٣]. إن المتفطرة نظيرة السلية هي جرثومة ممرضة منشأها غائطي - فموي *(faeco-oral)* تأتي من الحيوانات وبشكل خاص المواشي . وتشير المؤشرات الحديثة إلى انتقاله في أغلب الأحيان إلى الإنسان عن طريق الغذاء الملوث، وبشكل مباشر أكثر عن طريق نقص مياه الغسيل *(Water-washed)* .

لقد وجد تزايد ملحوظ في خطر الإصابة بسرطان المرارة عند حاملي بكتريا التيفوئيد والباراتيفوئيد بشكل مزمن. ووجد تزايد أقل لمخاطر الإصابة بسرطانات البنكرياس والقولون والمستقيم والرئة ولكل السرطانات (نيوبلازمات)[٤] . وطالما أن مرض التيفوئيد والباراتيفوئيد ينتقل عن طريق جراثيم منشأها غائطي - فموي لذا فهي عملياً، يمكن أن تتبع بشكل أكثر لمجموعة السرطانات المرتبطة بنقص مياه الغسيل أكثر منها لمجموعة السرطانات المحمولة بالمياه[٥] ، لذا تمّ مبدئياً اعتماد التصنيف المؤقت لهذه السرطانات ذات العلاقة بالعدوى المزمنة لسالمونيلا

(1) Willett, C. W., Colditz, A. G., and Mueller, E. N. (1998). "Strategies for minimizing cancer risk". *Scientific Am.*, Vol. 14, N° 2, pp. 35 - 41 .

(2) Thompson, D. E. (1994). "The role of mycobacteria in Crohn's disease". *J. of Medical Microbial*., Edinburgh, Scotland, Vol. 41, N° 2, pp. 74 - 94 .

(3) Greenstein, A. J., Sachar, D. B., Smith, H., Janouitz, H. D., and Aufses, A. H. (1980). "Patterns of neoplasia in Crohn's disease and ulcerative colitis". *Cancer*, Vol. 46, N° 2, pp. 403 - 407 .

(4) Caygill, P. J., Hill, M. J., Braddick, M., and Sharp, C. M. (1994). "Cancer mortality in chronic typhoid and paratyphoid carriers". The Lancet, London, England, Vol. 343, pp. 83 – 84 .

(5) White, G. F., Bradley. D.J., and White, A. V. (1972). "Drawers of water: domestic water use in East Africa". Chicago University Press, Chicago, II .
Feachem, R. G. (1975). "Water supplies for low-income communities in developing countries". *J. Envir. Engrg.* Div., ASCE, Vol. 101 (E4), pp. 687-703 .
Mara, D.D., and Chapham, D. (1997). "Water-related carcinomas: Environmental classification. *J. Envir. Engrg.*, ASCE, Vol. 122, N° 5, pp. 416-422.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

التيفوئيد والباراتيفوئيد، على أساس اتباعها لمجموعة السرطانات المرتبطة بنقص مياه الغسيل، ولكن يجب أن نعترف هنا بالحاجة إلى المزيد من الدراسات الوبائية للتأكد من هذا الارتباط الذي قام أساساً على مؤشرات محدودة جداً .

أمّا ما يخص السرطانات المرتبطة بالحشرات النواقل في المياه فهي تعزى إلى آليات نقل المسرطنات والإصابة بداء السرطان. فورم لمفوم بوركيت *(Burkitt Lymphoma BL)* الذي يسببه فيروس أبشتاين - بار *(Epstein-Bar)* الذي يصيب الأطفال هو (لمفوم لاهودجكن) حيث يتميز المرض بأورام في الفك والبطن[١] . فعلى سبيل المثال في إفريقيا الاستوائية يتسبب لمفوم بوركيت المستوطن بنسبة إصابات سنوية بين (٥-١٥) إصابة لكل ١٠٠.٠٠٠ طفل تحت عمر الـ ١٥ عاماً، وتقدر الإصابات بأكثر من النصف لمجمل الأورام الخبيثة التي تصيب الأطفال[٢] . وفي إحدى مستوطنات منطقة بابوا غينيا الجديدة (إفريقيا) يترافق تواجدها هناك - كما في إفريقيا الاستوائية - بالعدوى بفيروس أبشتاين - بار *(EBV)* وبالملاريا[٣] . وهكذا تتواجد عادة أورام لمفوم بوركيت *(BL)* في المناطق التي تستوطن فيها الملاريا بشكل وبائي، أما المناطق الخالية من الملاريا فتكون هذه الأورام نادرة الحدوث، وكذلك تصيب هذه الأورام الأفراد المصابين بفقر الدم المنجلي. وتحدث العدوى (في المناطق الموبوءة) بفيروس أبشتاين - بار بعد فترة وجيزة من الولادة كما تحدث العدوى بالملاريا في السنة الأولى من حياة الطفل. وتؤدي الهجمات المتكررة للمتصورات الملارية على الأشخاص المثبطين مناعياً إلى فقدان التحكم بفيروس أبشتاين - بار، حيث يتكاثر هذا الفيروس الكامن بشكل حر ويصيب هؤلاء الأشخاص، ومن المحتمل أن يؤدي إلى التسبب بورم لمفوم بوركيت[٤] .

(1) Burkitt, D. P., and Wright, D. H. (1970). "Burkitt's lymphoma". E. S. Livingstone, Edinburgh, Scotland .

(2) Mara, D.D., and Chapham, D. (1997). "Water-related carcinomas: Environmental classification. *J. Envir. Engrg.*, ASCE, Vol. 122, N° 5, pp. 416-422 .
Poplock, D. G., Magrath, I. T., Kun, L. E., and Pizzo, P. A. (1993). "Leukemias and lymphomas of childhood". Cancer: Principles and Practice of Oncology, 4th Ed. V. T. De Vita, S. Hellman, and S. A. Rosenberg, eds., J. B. Lippincott Co., Philadelphia, Pa., pp. 1972 - 1818 .

(3) Magrath, I. (1990). "The pathogenesis of Burkitt's lymphoma". *Adv. In Cancer Res.*, Vol. 55, pp. 133 - 270 .

(4) Whittle, H. C., et al. (1984). "T-cell control of Epstein-Barr virus-infected B cells is lost during P. falciparum infection". *Nature*, London, England, Vol. 312, pp. 449 - 450 .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

٣- الاستنتاجات

نتيجة للمعلومات المتوفرة التجريبية والوبائية وتحليلها ومناقشتها يمكن أن نصل إلى الاستنتاجات التالية:

١- إن السرطانات التي تحدث عن طريق الملوثات المحمولة بالمياه *(Water-borne)* التي تتوفر أفضل الأدلة على وقوعها هي سرطانات المثانة والقولون والمستقيم الناتجة عن مركب ثلاثي الهالوميثان ، وسرطان الجلد الناتج عن الزرنيخ ، وسرطان الرئة الناتج عن الرادون ونواتج انحلاله . فالرادون في مياه الشرب سهل الانبعاث من الحنفيات ومراجل الحمامات، حيث ينحل ليشكل مركبات البولونيوم (^{218}Po) والرصاص (^{214}Pb) التي تلتصق بسهولة على الجسيمات المحمولة في الهواء التي تتوضع في الرئتين عند استنشاقها .

٢- يوجد ارتباطات مؤكدة: بين سرطان المثانة والعدوى بالمنشقة الدموية *(S. haematobium)* وسرطان القولون والمستقيم والعدوى بالمنشقة اليابانية *(S. japonicum)* وسرطان القناة الصفراوية والعدوى بمتشعبة الخصية البحرية *(O. viverrini)* ومتشعبة الخصية الصينية *(Clonorchis sinensis)*. وهذه السرطنات المذكورة يمكن تصنيفها ضمن مجموعة السرطنات التي أساسها بيوض الديدان في المياه *(Water-based)* .

٣- أما سرطان العضو الذكري الذي يرتبط وقوعه بالمستوى المتدني للعناية الصحية عند الرجال غير المختونين فيمكن اعتباره ضمن مجموعة السرطانات المرتبطة بنقص النظافة أو بنقص مياه الغسيل *(Water-washed)*. إن سرطان المعدة يترافق بشدة مع العدوى المزمنة ببكتريا المتحلزنة البوابية *(H.Pylori)* ذات المنشأ الغائطي - الفموي يمكن على الأغلب تصنيفها ضمن مجموعة المسرطنات المرتبطة بنقص النظافة أو بنقص المياه أكثر منها ارتباطاً بالمسببات المحمولة بالمياه (على الرغم من إمكانية حدوث الانتقال عن طريق المسببات المحمولة بالمياه *Water-borne*) .

٤- عندما يحدث ورم لمفوم بوركيت *(BL)* أو سرطان الأطفال المرتبط بالعدوى بفيروس أبشتاين - بار *(EBV)* وبالعدوى بالملاريا (كما هو الحال في إفريقيا وغيرها)، فيمكن تصنيفه ضمن مجموعة السرطانات المرتبطة بالحشرات النواقل في المياه *(Water-related insect vector)* .

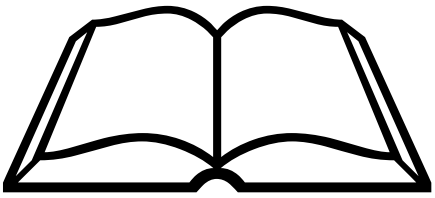
المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

إن السرطانات ذات العلاقة بالمياه تعني أن مسبباتها موجودة أو منقولة في المياه أو منشأها من المياه، ولا يمكن القول هنا بأن محرضات هذه السرطانات قاصرة على المياه فقط، بل يمكن أن يكون هناك أسباب أخرى (غير المياه) تلعب دوراً إضافياً أو محدداً في أية إصابة نوعية بالسرطان. ومن الجدير بالذكر أنه كلما توفرت نتائج بحثية أكثر ظهرت حاجة إلى تنقيح الاستنتاجات والتوصيات المرتبطة بسرطانات المياه وتعديلها .

شكر وتقدير

كل العرفان والتقدير لجهود كليات العلوم التطبيقية (الطبية والهندسية) في الجامعات العالمية ولمراكز ومعاهد بحوث السرطانات والدراسات الوبائية والبيئية لما نشرته من أبحاث معمقة ومستفيضة في مجالات السرطانات والبيئة والمياه، وذلك خدمة للصحة الإنسانية.

وأخص بالشكر والتقدير السيد الدكتور ميشيل جرجس من جامعة تشرين باللاذقية الاختصاصي بسرطانات الدم لإيضاحه كثيرًا من المصطلحات العلمية الخاصة بالأمراض السرطانية . كما أشكر المحكمين الذين أغنوا البحث بملاحظاتهم القيّمة.



المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

الجدول ١ – تصنيف المسرطنات المائية

آلية الانتقال	العوامل المسببة لداء السرطان	التصنيف ❖	أنواع السرطانات
١- سرطانات تحدث عن طريق الملوثات المحمولة بالمياه	مركبات ثلاثي الهالوميثان	2B	المثانة والقولون
	الزرنيخ	١	جلد، رئة، كبد
	غاز الرادون المشع	١	رئة
٢- سرطانات أساسها بيوض الديدان الموجودة في المياه	المنشقة الدموية	١	المثانة
	المنشقة اليابانية	2B	القولون والمستقيم
	متشعبة الخصية البحرية	١	القناة الصفراء
	متشعبة الخصية الصينية	2A	القناة الصفراء
٣ - سرطانات مرتبطة:			
• بنقص النظافة أو بنقص مياه الغسيل أو ندرتها.	(مياه غير كافية لأغراض الصحة العامة)	١	الأعضاء التناسلية (العضو الذكري)
	جرثومة المتحلزنة البوابية		المعدة
• بالحشرات النواقل في وسط مائي	فيروس أبشتاين-بار	-	لمفوم بوركيت (BL)
	الملاريا		

❖ التصنيف بحسب الوكالة الدولية لبحوث السرطان (IARC) :

مجموعة ١: مسرطنات مؤكدة للإنسان؛ مجموعة 2A: مسرطنات محتملة للإنسان؛ مجموعة 2B: مسرطنات ممكنة للإنسان

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

الجدول ٢ – القيم الإرشادية المسموح بها (ميكروغرام/ليتر) للمركبات العضوية المسرطنة أو للمركبات المحرضة على التسرطن في مياه الشرب

[معايير منظمة الصحة العالمية ١٩٩٣]

المركب العضوي	التصنيف حسب IRAC	القيم المسموح بها (GV) بالاستناد إلى ($LECR=10^{-5}$)	القيم المسموح بها (GV) استنادا إلى NOAEL/TDI	أساس الورم السرطاني
آ – المركبات العضوية				
– رابع كلوريد الكربون	2B	٦٠	٢	– سرطان الكبد في الجرذان الذكرية والأنثوية.
– ٢،١ – ثنائي كلوروايتان	2B	٣٠	–	– أورام غرنية دموية في الجرذان الذكرية.
– كلوريد الفينيل	١	٥	–	– أورام وعائية كبدية (غرن دموي كبدي) في الجرذان الذكرية والأنثوية .
– البنزن	١	١٠	–	– ابيضاض الدم (لوكيميا) واللمفوما في الفئران الأنثوية والأورام البشروية للتجويف الفموي في الجرذان الذكرية.
–ستايرين	2B	–	٢٠	– أورام رئوية في الفئران الذكرية والأنثوية.
– بنزو(أ)بيرين	–	٠.٧	–	– أورام معدية في الفئران الذكرية والأنثوية.
–أحادي كلورو البنزن	–	–	٣٠٠	– عقيدات سرطانية في الكبد في الجرذان الذكرية.
– ٤،١ – ثنائي كلورو البنزن	2B	–	٣٠٠	– أورام كلوية في الجرذان الذكرية والأنثوية.
– ثنائي (٢ - ايتيل هكسيل) الفتالات	2B	–	٨	– أورام خلوية كبدية في الجرذان والفئران الذكرية والأنثوية.
– الأكريل اميد	2B	٠.٥	–	– أورام في الثدي والغدة الدرقية والرحم في الجرذان الأنثوية.
– هيبو كلوروهايدرين	2A	–	٠.٤	– فرط تصنّع في غشاء المعدة.
ب – المبيدات الزراعية				
– آلاكلور Alachlor	–	٢٠	–	– أورام أنفية في الجرذان الذكرية والأنثوية.
– اترازين Atrazine	2B	–	٢	– أورام ثديية في الجرذان الأنثوية.
– كلوروتولورون Chlorotoluron	–	–	٣٠	– أورام كلوية في الفئران الذكرية .
– ٢،١– ثنائي بروميد –٣– كلوروبروبان	2B	١	–	– أورام في المعدة والكلية والكبد في الجرذان الذكرية.
– ٢،١ – ثنائي كلوروبروبان	٣	–	٢٠	– أورام غدية وبشروية في الكبد في الفئران الذكرية والأنثوية.
– ٣،١ – ثنائي كلوروبروبان	2B	٢٠	–	– أورام رئوية ومثانية في الفئران الأنثوية.
– سداسي كلوروبنزن	2B	١	–	– أورام كبدية في الجرذان الأنثوية.
جـ – النواتج الثانوية لعمليات التعقيم بالكلور				
– ٦،٤،٢ – ثلاثي كلورو فينول	2B	٢٠٠	–	– ابيضاض الدم (اوكيميا) في الجرذان الذكرية.
– بروميد ثنائي كلورو ميتان	2B	٦٠	–	– أورام كلوية في الفئران الذكرية.
– الكلوروفورم (THM)	2B	٢٠٠	–	– أورام كلوية في الجرذان الذكرية.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

الجدول ٣ - أهم الملوثات العضوية المتطايرة (VOC) وتأثيراتها الخطرة الصحية ومعاييرها القياسية (الإرشادية) المسموح بها في مياه الشرب حسب وكالة حماية البيئة الأميركية (EPA)

الملوث	التأثير الصحي	التصنيف (درجة التسرطن)	التراكيز المسموح بها (MCLs) (ملغ/ل)
١) كلوريد الفينيل (Vinyl chloride)	مسرطن مؤكد للإنسان	A	٠.٠٠٢
٢) البنزين (Benzene)	مسرطن مؤكد للإنسان	A	٠.٠٠٥
٣) ثلاثي كلوروايتين TCE (Trichloroethylene)	مسرطن محتمل للإنسان	B_2	٠.٠٠٥
٤) رابع كلوريد الكربون (Carbon tetrachloride)	مسرطن محتمل للإنسان	B_2	٠.٠٠٥
٥) ٢،١ - ثنائي كلوروايتان (1,2- Dichloroethane)	مسرطن محتمل للإنسان	B_2	٠.٠٠٥
٦) نظير – ثنائي كلوروبنزين (Para-Dichlorobenzene)	مسرطن ممكن للإنسان	C	٠.٠٧٥
٧) ١،١ - ثنائي كلوروايتين (1,1-Dichloroethylene)	مسرطن ممكن للإنسان	C	٠.٠٠٧
٨) ١،١،١ - ثلاثي كلوروايتان (1,1,1-Trichloroethane)	إصابة كل من الكبد ونظام التوازن والجهاز العصبي المركزي لدى الإنسان بأذى	D	٠.٢

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة