مجلة الخليج العربي للبحوث العلمية 22 (2) ص ص 102 -116 (2004)

Ref. No 2253

بحث أصلي

التلوث الكيميائي لمياه الشرب في مدينة جازان
واقعه، أسبابه، أثره، ومعالجته

Chemical Pollution in Jizan Water
(Facts, Reasons, Impact and Treatment)

إيمان مصطفى البكري* و عصام سالم بريك

Iman Mostafa Al-Bakri and Esam Salem Break

* كلية التربية للبنات بجازان- قسم الكيمياء

المملكة العربية السعودية

المستخلص: تبين الدراسة، أن معدل متوسط استهلاك المياه في مدينة جازان، للفرد الواحد، لا يتجاوز 115ليتر/يوم مع تناقص بواقع 17% يومياً، مقارنة بعام 1415هـ. وتؤكد نتائج التحاليل الكيميائية لثلاث سنوات سابقة، تم إجرائها في معامل وزارة الشؤون البلدية والقروية، وبشكل دوري سلامة مياه معامل التحلية وخزانتها وكذلك معامل الثلج بالمدينة، من أي ملوثات عضوية أو بيولوجية. أما مياه الخزانات والشبكة العامة، فتعاني من تلوث عضوي مزمن يترافق أحياناً بتلوث بيولوجي، إضافةً إلى التلوث بمعادن ثقيلة وبمعلقات طينية، تؤدي لترسبات تسبب انسداد لأنابيب الشبكة، وتعطيل عملها مما يشكل عبئاً مادياً على المواطن والبلدية.

تمت دراسة طبيعة المياه عن طريق حساب درجة التشبع بالكالسيت، وقد تراوحت قيمته الموجبة بين (1.16- 1.39) مما يؤكد أن المياه ذات طبيعة ترسيبية. وبينت الدراسة أن حوالي 92% وزناً من الرواسب قابلة للانحلال في حمض HCl (3M) مع انطلاق غاز، عديم اللون والرائحة، يعكر رائق الكلس. أي أن محتواها من كربونات الكالسيوم مرتفع، وأنها فائقة النعومة، والمتوقع أن قطر جزيئاتها لا يتجاوز 2 ميكرون، وبالتالي فهي ذات سطح نوعي كبير. كما وأظهرت دراسة بنيتها باستخدام جهاز X-ray Diffraction PW 1710/00 ، أنها تتكون من جزيئات لا عضوية معقدة، ذات بنية فراغية ضخمة، تشكل بين جزيئاتها فراغات مسامية يمكن أن تكون بؤرة لنمو الأحياء الدقيقة، وحمايتها من أثر الكلورة المستخدمة كمادة مطهرة. كما وأوضحت الدراسة أيضاً القدرة الامتزازية العالية لهذه المعلقات للمعادن الثقيلة، والدور السلبي الذي قد تلعبه في حالة تراكمها في جسم الإنسان. توصي الدراسة ضرورة إنشاء محطة تنقية و معالجة للمياه في المنطقة وذلك حماية لصحة المواطنين.

كلمات مدخلية: السعودية، جازان، مياه، معلقات، تحليل كيميائي، كتيونات، أنيونات، معادن ثقيلة، صحة.

Abstract: This study illustrates that the average daily water consumption of citizens did not exceed 115 liter/day. A 17% decrease in water consumption in comparison to 1415h. A periodic chemical analysis was also undertaken (over the last three years) in the MOMRA1*, Tahliyah and ICE laboratories to determine the purity of the water in their tanks. No biological or organic impurities were found. However in comparison, the public water networks and tanks that were tested contained chronic organic biologic impurities. This was considered due to the use of the impure clay and heavy materials used to line the tanks. These materials caused sediment and sludge to build up and as a consequence block and close the network tubes from working effectively and efficiently, causing an economical and health problem for the citizens and the municipality. The study illustrates that 92% weight of sediment and sludge has a united reaction susceptibility with HCL (3M) acid. This in turn means a build-up of $CaCo_3$, far exceeding the 2 micron molecule diameter normally encountered, This created a bigger qualitative surface on the inside of the tanks and pipelines. The chemical structures were also analysed using x-ray florescence spectrometry for non-organic complex molecules formed in the large vacumn voids. These structues may cause the growth of focci of a micro- biological nature and thus deminish the effects of the chlorine in the water and could cause a health problem. In conclusion, our study reafirms the need to provide proper and adequate water treatment facilities in the Jizan area to provide the people with cleaner and saferr water.

Keywords: Saudi Arabia, Jizan, water, suspended, materials, chemical analysis, cations, anions, heavy metals, health.

المقدمة

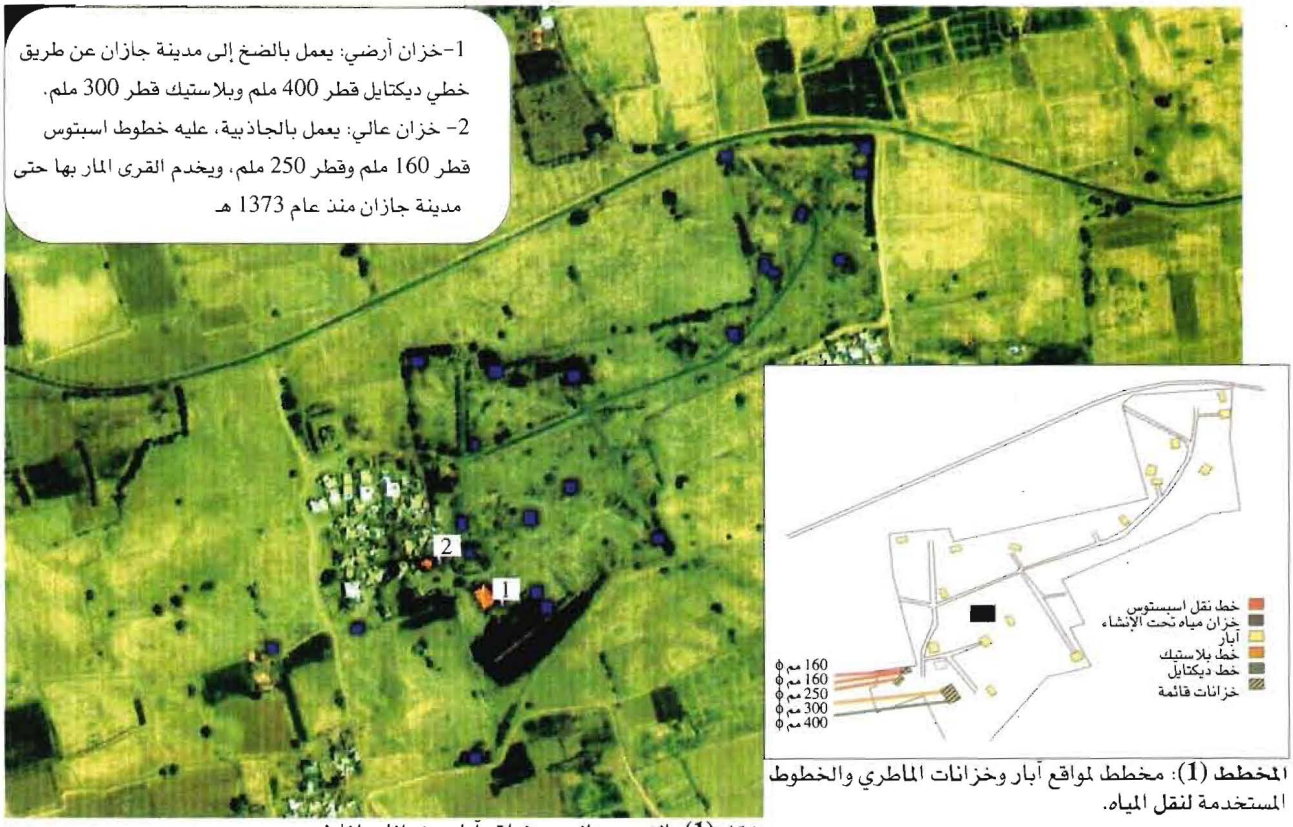
تقع مدينة جازان، في المملكة العربية السعودية، على ساحل البحر الأحمر، عند خط عرض 53":16°سم شمالاً، وخط طول 33":42° شرقاً. على بعد حوالي 1272 كم عن مدينة الرياض من جهة الجنوب الغربي، وحوالي 710 كم من مدينة جدة في اتجاه الجنوب الشرقي. وتقع إلى الجنوب الغربي من مدينة أبها بحوالي 202 كم.

وتتميز بإرتفاع درجة الحرارة ونسبة الرطوبة على مدار العام، حيث تتراوح الرطوبة ما بين (50% - 80%) صيفاً و(30% - 50%) تقريباً شتاءً، ودرجة الحرارة ما بين (40° - 43°م) نهاراً صيفاً و(30° - 35°م) ليلاً صيفاً. تنخفض إلى (25° - 33°م) نهاراً و(20° - 28°م) ليلاً في الشتاء. ولا يتعدى معدل سقوط الأمطار عليها حوالي 90 ملم/السنة.

تعتمد مدينة جازان على مياه آبار(الماطري)، والماطري قرية تقع شرق مدينة جازان بحوالي 25 كم، في وادي جازان، الغني بالمياه تحت السطحية. وتعتبر الأبار فيها المصدر الرئيسي لمياه الشرب للمدينة. وقد تم بناء خزان تغذية لمدينة جازان، مع خطوط نقل، في عهد الملك سعود، يرحمه الله في عام 1373هـ وما زال مستخدماً حتى تاريخه. تبلغ طاقة

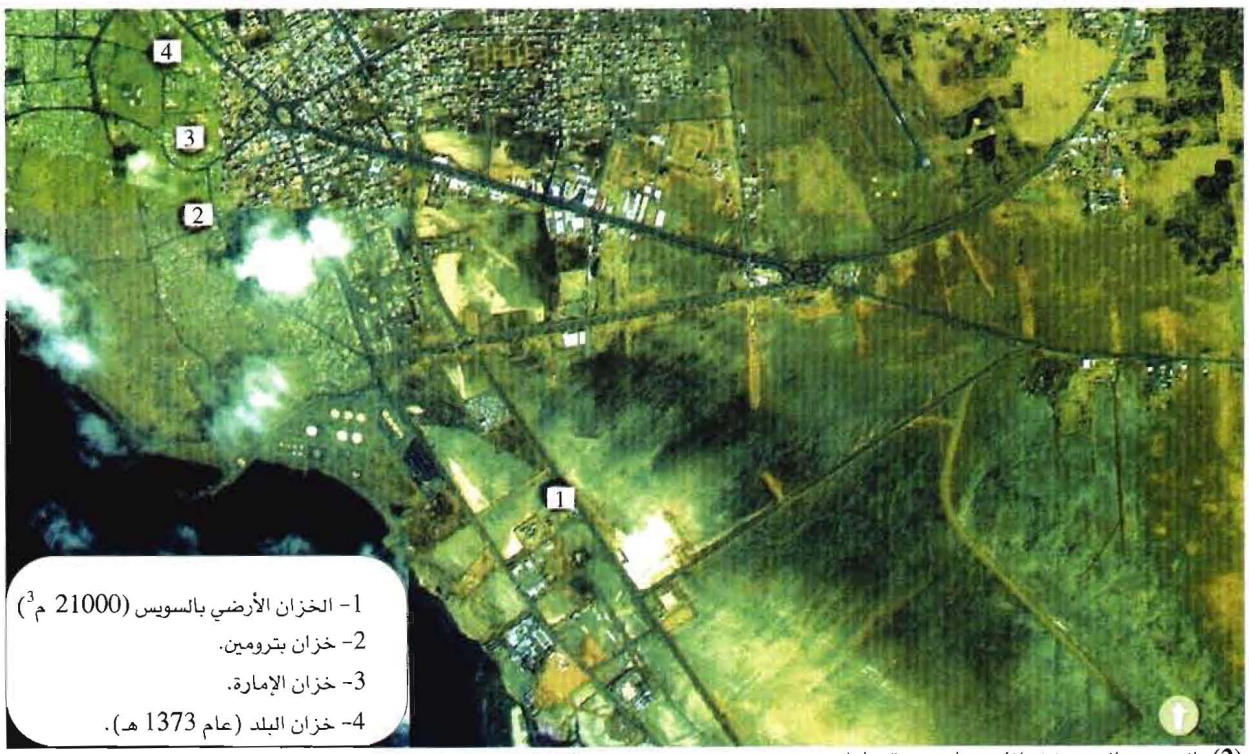
حقل الماطري من المياه الجوفية حوالي (61000 م^3/يومياً) بينما ما يستفاد منه وفق التشغيل الفعلي الحالي في حدود 14.8% فقط. ويحتوي الحقل حالياً على 30 بئراً ويتم تشغيل 16 بئراً فقط نهاراً و9 أبار ليلاً. وتغذي هذه الآبار إضافة، إلى مدينة جازان، القرى الواقعة بين الماطري والمدينة (شكل 1).

ويتم نقل المياه بأنابيب ،بعضها قديمة أنشأت عام 1373هـ وبعضها حديثة أنشأت عام 1418هـ، بالإضافة إلى خزان عالي يعمل بالجاذبية الأرضية تم بناءه عام 1373هـ، وخزان أرضي يعمل بالضخ. خطوط النقل المستخدمة حالياً أنابيب اسبستوس، بقطر من 6"- 8" وبلاستيك UPVC بقطر (12") وخطوط دكتايل Ductile بقطر (14") تصل إلى خزان أرضي في مدينة جازان سعته(21000م^3) ومن خلاله يتم التوزيع على سائر أحياء المدينة، عبر خزانات موزعة في المدينة (شكل 1).



المخطط (1): مخطط لمواقع آبار وخزانات الماطري والخطوط المستخدمة لنقل المياه.

شكل (1): التصوير الجوي لمواقع آبار وخزانات الماطري.



شكل (2): التصوير الجوي لخزانات مياه مدينة جازان.

تعتبر تربة المدينة تربة ذات مشاكل، تتمثل في الفوران، والهبوط، والتميع، والتآكل، (بلدية جازان، 1415). لذلك أجريت دراسات متعددة لوضع الحلول المناسبة ووضع التوصيات الإنشائية، وحددت هذه الدراسات التقسيم الجيولوجي لأراضي المدينة (بلدية جازان، 1406) إلى القطاعات الآتية:

(1) القطاع المركزي للمدينة، ويتكون من رواسب الكثبان الرملية فوق ملح صخري ومنطقة منهارة.

(2) قطاع الحافة، ويحيط بالمدينة القديمة من صخر السقف الجبسي الطفلي.

(3) قطاع الكورنيش، على طول الكورنيش غرب المدينة، وهو مشابه للقطاع المركزي، حيث يوجد به الرمل فوق الملح الصخري.

(4) قطاع السبخة، وهي منطقة منبسطة ويرتفع بها منسوب المياه الجوفية الضحلة.

تعتبر انهيارات المباني في المدينة، من أخطر الظواهر الجيولوجية، بسبب الهبوط غير المتساوي للأرض، ولعدم وجود شبكة صرف صحي، وشبكة مياه سليمة بالمنطقة. وتقع هذه المنطقة على امتداد المباني القريبة من الميناء، حتى جنوب الإمارة، في الجانب الشرقي من المنطقة الساحلية. هذا وقد صدر قرار سامي بوقف البناء وجميع أعمال الترميم في هذه المنطقة، وجاري إنهاء إجراءات نزع ملكيتها.

حالياً هناك تنفيذ محطة صرف صحي بطاقة إنتاجية متوقعة نحو (20 ألف م^3 يومياً). وتحتوي هذه المحطة على محطتين رئيسيتين للضخ. واحدة منها وسط المدينة والأخرى بجوار مدينة الملك فيصل الرياضية، ومن المتوقع الانتهاء من المرحلة الأولى من المشروع بنهاية عام 1424هـ. علماً بأن المشروع يتضمن تخديم تصريف البيارات المنزلية، والتي ما زالت حتى تاريخه ترحل بالصهاريج مما يترتب من ذلك أحياناً، تسرب لمياه بيارات المنازل إلى جوف الأرض، ولا سيما بالمنطقة القديمة، مما يسبب إرتفاع منسوب المياه تحت السطحية، وتلوث التربة. بالإضافة إلى أنها عامل مساعد على حدوث الانهيارات.

بينت نتائج البحث (البكري، 2004)، وجود آثار معادن ثقيلة ومواد عضوية ومعلقات في مياه شبكة مدينة جازان. كما ويعاني سكان المدينة، من كثرة أعطال شبكة المياه. وقد أكدت أعمال الإصلاح الجارية عن طريق البلدية، أنها ناتجة عن إنسداد أنابيب الشبكة برواسب طينية متراصة، وما يترتب عن ذلك من أعباء مادية على المواطن، لاضطراره لشراء مياه الشرب، والاستخدام الشخصي، وكذلك أعباء مترتبة على البلدية من جراء الاستبدال المتكرر لخطوط الشبكة. لذلك فقد هدفنا من هذا البحث إلى دراسة واقع وأسباب وأثر استخدام الشبكة العامة، بغية المعالجة للمياه المستخدمة لخدمة المواطنين، وذلك بإجراء الخطوات التالية:

(1) تحديد متوسط استهلاك الفرد الحالي في المدينة من المياه.

(2) دراسة بعض نتائج تحاليل المياه، وعلى مدى ثلاث سنوات سابقة، وبشكل دوري كل ثلاث أشهر لكل من: مياه الشبكة والخزانات - مياه التحلية - مياه معامل الثلج. في معامل وزارة الشؤون البلدية والقروية في الرياض.

(3) إجراء تحاليل كيميائية، لدراسة طبيعة المياه، عن طريق تحديد قيم التشبع، إضافةً إلى تحليل بعض المعادن الثقيلة المحتمل تواجدها ضمن شبكة المياه العامة وخزانات مياه المدينة.

(4) دراسة طبيعة البنية الكيمائية للرواسب الطينية، وإجراء تحاليل كيميائية لبعض المعادن الثقيلة التي من المحتمل أن تتواجد فيها.

(5) دراسة مرجعية للأثر الصحي المحتمل من جراء وجود بعض المعادن الثقيلة المشاهدة ضمن خزانات وشبكة المياه وذلك في حال شرب هذه المياه.

جمع المعلومات والطرق البحثية

(1) تم حساب معدل استهلاك المواطن للمياه في مدينة جازان ومقارنتها بنتائج عام 1415هـ (بلدية جازان، 1415هـ).

(2) تم جمع تحاليل المياه والمجراة في معامل وزارة الشؤون البلدية والقروية، من قبل البلدية وعلى مدى ثلاث سنوات سابقة وبشكل دوري كل ثلاث أشهر لكل من: مياه الشبكة والخزانات - مياه التحلية - مياه معامل الثلج من معامل وزارة الشؤون البلدية والقروية (الجداول 1-2-3).

جدول (1): نتائج بعض التحاليل الكيميائية والبكترولوجية لعينات مياه الشبكة والخزانات المرسلة إلى قسم المختبرات التابع لوزارة الشئون البلدية والقروية.

رقم العينة	مصدر العينة	تاريخ أخذ العينة	تاريخ تحليل العينة	تاريخ عودة نتائج التحليل	نتائج بيولوجية		نتيجة التحليل الكيميائي لعينات المياه معبر عنها بالمليغرام/لبتر											النتيجة	الحل المقترح
					بكتريا القولون	القولون النموذجي	النشادر	النتريت	النترات	الأملاح الذائبة	الكلوريدات	الكالسيوم	المغنزيوم	الفلوريد	القلوية الكلية	التوصيل الكهربائي	الرقم الهيدروجيني		
1	شبكة المياه	04-01-1421	18-01-1421	25-01-1421	-	-	موجود	معدوم	معدو	840	126	80	34	0.75	86	1218	7.58	وجود تلوث عضوي	تعقيمها بمحلول الكلور
2	شبكة المياه	04-01-1421	18-01-1421	25-01-1421	-	-	موجود	معدوم	معدو	880	140	96	29	0.76	88	1276	7.61		
3	خزان مياه	30-03-1421	14-04-1421	21-04-1421	-	-	موجود	معدوم	9.7	800	129	88	24.3	0.7	68	1160	غير محدد		
4	خزان مياه	30-03-1421	14-04-1421	21-04-1421	-	-	موجود	0.416	7.9	750	130	80	19	0.7	58	1088			
5	خزان مياه	28-06-1422	08-07-1422	14-07-1422	-	-	موجود	معدوم	16	900	220	96	29	0.75	118	1580	8.6		
6	خزان مياه	28-06-1422	08-07-1422	14-07-1422	-	-	موجود	معدوم	13.7	750	156	80	19	0.8	88	1088	8.05		
7	خزان مياه	28-06-1422	08-07-1422	14-07-1422	-	-	موجود	معدوم	17	900	218	96	29	0.8	120	1578	7.62		
8	خزان مياه	08-11-1422	19-11-1422	28-11-1422	+	+	موجود	معدوم	23	760	136	80	24	0.85	74	1096	7.91		
9	خزان مياه	08-11-1422	19-11-1422	28-11-1422	-	-	موجود	معدوم	21	700	128	80	19	0.85	68	1015	7.75		
10	خزان مياه	08-11-1422	19-11-1422	28-11-1422	+	+	موجود	معدوم	19	770	132	80	24	0.85	79	1118	7.66		
11	خزان مياه	14-03-1423	21-03-1423	12-04-1423	-	-	موجود	معدوم	10.7	800	148	80	29	0.85	116	1163	7.62		
12	خزان مياه	14-03-1423	21-03-1423	12-04-1423	-	-	موجود	معدوم	9.91	750	136	80	24.3	0.85	114	1160	7.56		
13	خزان مياه	14-03-1423	21-03-1423	12-04-1423	-	-	موجود	معدوم	11.6	850	156	88	28.2	0.8	148	1232	7.56		

13		14-07-1422	-	-			100	20	40	2.9	11.2	0.7	8	143	8.47	مطابقة للمواصفات	
14		14-07-1422	-	-			140	28	48	3.9	12.8	0.7	13	218	7.6		
15		14-07-1422	-	-			140	28	48	3.9	12.8	0.7	13	196	7.94		
16		14-07-1422	-	-			100	22	40	2.9	11.2	0.7	9	128	8.5		
17		28-11-1422	-	-			130	32	48	3.9	12.8	0.7	11	193	7.08		
18		28-11-1422	-	-			220	54	80	4.86	24	0.7	22	358	7.2		
19		28-11-1422	-	-			170	36	60	4.86	16	0.7	14	265	7.46		
20		28-11-1422	-	-			80	20	32	2.9	9.6	0.7	8	128	8.27	غير مطابقة للمواصفات	نقص الأملاح عن المسموح
21		12-04-1423	-	-			100	20	40	2.9	9.6	0.8	9	143	8.39	مطابقة للمواصفات	
22		12-04-1423	-	-			160	43	60	4.86	16	0.8	16	226	7.86		
23		12-04-1423	-	-			140	38	60	4.86	16	0.8	15	204	7.53		
24		12-04-1423	-	-			90	20	32	1.9	9.6	0.7	8	131	8.7	غير مطابقة للمواصفات	نقص الأملاح عن المسموح

جدول (2): نتائج بعض التحاليل الكيميائية والبكترولوجية لعينات معامل مياه المرسلة إلى قسم المختبرات التابع لوزارة الشئون البلدية والقروية.

رقم العينة	مصدر العينة	تاريخ أخذ العينة	تاريخ تحليل العينة	تاريخ عودة نتائج التحليل	نتائج بيولوجية		نتيجة التحليل الكيميائي لعينات المياه معبر عنها بالملليغرام/ لتر											النتيجة	السبب
					بكتريا القولون	القولون النموذجي	النشادر	النتريت	النترات	الأملاح الذائبة	الكلوريدات	الصدر الكلي	الكالسيوم	المغنزيوم	الفلوريد	القلوية الكلية	الموصيل الكهربائي	الرقم الهيدروجيني	
1	معمل مياه	04-01-1421	18-01-1421	25-01-1421	-	-	معدوم	معدوم	معدوم	50	10	20	4.0	1.9	0.7	4	73	7.76	غير مطابقة للمواصفات	نقص الأملاح عن المسموح
2		04-01-1421	18-01-1421	25-01-1421	-	-				180	38	80	20.2	6.8	0.65	18	261	7.19	مطابقة للمواصفات	
3		04-01-1421	18-01-1421	25-01-1421	-	-				110	30	52	16	2.9	0.65	12	160	7		
4		04-01-1421	18-01-1421	25-01-1421	-	-				160	40	72	19.2	5.8	0.65	16	232	7.11		
5		30-03-1421	14-04-1421	21-04-1421	-	-				160	30	52	12.8	4.86	0.65	16	232	لم يحدد		
6		30-03-1421	14-04-1421	21-04-1421	-	-				50	12	16	4.8	0.97	0.65	5	73		غير مطابقة للمواصفات	نقص الأملاح عن المسموح
7		30-03-1421	14-04-1421	21-04-1421	-	-				800	136	320	80	29	0.65	64	1160			
8		30-03-1421	14-04-1421	21-04-1421	-	-				120	26	48	12.8	3.9	0.7	10	174		مطابقة للمواصفات	
9		11-03-1422	20-03-1422	03-04-1422	-	-				65	20	20	6.4	0.97	0.5	5	110	6.82	غير مطابقة للمواصفات	نقص الأملاح عن المسموح
10		11-03-1422	20-03-1422	03-04-1422	-	-				45	10	16	4.8	0.97	0.6	4	77	6.84		
11		11-03-1422	20-03-1422	03-04-1422	-	-				70	20	32	9.6	1.9	0.6	7	121	7.19		
12		11-03-1422	20-03-1422	03-04-1422	-	-			1.91	135	48	48	11.2	3.9	0.6	13	211	7.48	مطابقة للمواصفات	

جدول (3): نتائج بعض التحاليل الكيميائية والبكترولوجية لعينات مصانع الثلج المرسلة إلى قسم المختبرات التابع لوزارة الشئون البلدية والقروية.

رقم العينة	مصدر العينة	تاريخ أخذ العينة	تاريخ تحليل العينة	تاريخ عودة نتائج التحليل	نتائج بيولوجية		نتيجة التحليل الكيميائي لعينات المياه معبر عنها بالمليغرام ظ ليتر											النتيجة	الحل المقترح
					بكتريا القولون	القولون النموذجي	المتبقي	النترات	النتريت	الكلوريدات	الأملاح الذائبة	الكالسيوم	المغنزيوم	الفلوريد	القلوية الكلية	التوصيل الكهربائي	الرقم الهيدروجيني		
1	مصنع ثلج	04-01-1421	18-01-1421	25-01-1421	+	+	موجود	معدوم	0.07	144	820	80	29	0.75	60	1189	7.67	وجود تلوث عضوي	تعقيمها بمحلول الكلور
2		04-01-1421	18-01-1421	25-01-1421	-	-			0.07	142	820	76.8	31.1	0.75	60	1189	7.57		
3		30-03-1421	14-04-1421	21-04-1421	-	-		8	معدوم	136	800	80	21.4	0.7	66	1160	غير محدد		
4		30-03-1421	14-04-1421	21-04-1421	-	-		7.4	0.631	132	780	80	21.4	0.7	60	1131			
5		11-03-1422	20-03-1422	03-04-1422	-	-	معدوم	2.9	معدوم	30	105	11.2	2.9	0.6	12	183	7.03	العينة مطابقة للمواصفات	
6		28-06-1422	08-07-1422	14-07-1422	-	-		معدوم		22	100	11.2	2.9	0.7	8	146	7.95		
7		08-11-1422	19-11-1422	28-11-1422	-	-		1.91		24	120	11.2	2.9	0.7	10	175	8.47		
8		14-03-1423	21-03-1422	12-04-1422	-	-		1.71		20	115	11.2	2.9	0.8	11	165	8.45		

حيث اعتمدت الطرق البحثية المجرى على المواصفات القياسية الخليجية المشار إليها فيما يلي:

العنصر المحلل	رقم المواصفة	طريقة التحليل
العسر الكلي	م ق خ 1996/641	بالمعايرة باستخدام محلول EDTA1
الكالسيوم	م ق خ 1996/641	طريقة الامتصاص الذري
المغنيزيوم	م ق خ 1996/641	طريقة الامتصاص الذري
T.D.S	م ق خ 1989/116	طريقة الترشيح وتجفيف الراشح عند درجة حرارة 103° - 105°م حتى ثبات الوزن
pH	م ق خ 1989/116	طريقة القياس الكهربي
الكلور المتبقي	م ق خ 1989/116	طريقة الأورثوتوليدين المتعادل
النتريت	م ق خ 1994/379	طريقة الامتصاص الجزئي بالمطياف الضوئي
النترات	م ق خ 1996/642	طريقة قطب النترات
الفلوريدات	م ق خ 1996/642	طريقة قطب الفلوريد

(3) بغية التحقق من إحتمال وجود معادن ثقيلة، ضمن مياه الشبكة العامة والخزانات، والذي أظهر التحليل الكيفي المبين نتائجه في (البكري، 1424) وجود بعضها ولدراسة طبيعة الماء (متوازنة، أكالة، ترسيبية)، ولعدم توفر المراكز البحثية في المدينة، فقد تم سحب أربع عينات مياه بالطريقة المبينة في (إدارة صحة البيئة، 1397): أحدهما أخذت من خزان يقع وسط المدينة (العينة 1) والأخرى من خزان يقع قرب الميناء (العينة 2). وعينتان من مياه الشبكة بعد خروجهما من الخزانين، بحوالي 4 كم تقريباً. كما وتم تحليل عينتين من الرواسب التي تتسبب بانسداد أنابيب الشبكة. والتي قد أخذت من مواقع أخذ عينات مياه الشبكة. تم إجراء التحاليل الكيميائية والبكتيريولوجية، بمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية في (معهد بحوث الموارد الطبيعية والمائية) (الجدول 4).

حللت العناصر المشار إليها بالجدول التالي باستخدام الأجهزة البحثية المبينة:

العناصر	اسم الجهاز
Li, Al, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cd, Pb, Ba	I.C.P (Inductive couple plazma) (Parken - Elmer)
Cl, SO_4, NO_3, N	I.C. (Ion chromatography) (Dionex)
Na, K, Li	Flame photometer (Jenway)
EC and TDS	TDS meter (HACH) Oven method (Heraeus)
pH	pH meter (Accumat)
Hardness, Ca, Mg HCO_3, CO_3	Titration method (EDTA, E. Black T, H_2SO_4, HCl)
Coli forms	Most probable numbers (MPN) method

(4) تم إجراء دراسة للرواسب المسببة لانسداد الأنابيب وفق ما يلي:

1.4 تحديد النسبة المئوية لانحلالها في حمض الهيدروكلوريك تركيز (SN) ومراقبة توافق تشكل فوران مع الانحلال وتعكير الغاز المنطلق لرائق الكلس.

2.4 دراسة طبيعة المياه والتأكد من أنها ذات طبيعة ترسيبية.

3.4 تعريض المياه الحاوية على المعلقات لتأثير القوة النابذة باستخدام مثفلة مخبرية ماركة Hettich EBA III بسرعة تصل إلى 4000 دورة/دقيقة، ومراقبة طبيعة تراص هذه المعلقات ومدى تكتلها وترسبها (Robert,1997).

4.4 دراسة التراكيب البنيوية للرواسب باستخدام جهاز X-ray diffraction PW 1710/00 حيث تم إجراء هذا التحليل في المؤسسة العامة للجيولوجيا في وزارة النفط والثروة المعدنية الجمهورية العربية السورية- دمشق.

(5) تم أجراء دراسة مرجعية، لمعرفة مدى سُمية المعادن الثقيلة المشاهدة، وأثرها التراكمي السلبي على جسم الإنسان (الجدول (5)).

مناقشة النتائج

أولاً

بينت النتائج ما يلي حول المياه:

العام الهجري	متوسط عدد السكان نسمة	مساحة المدينة هكتار	الاستهلاك اليومي م³/يوم	الاستهلاك الشهري م³/شهر	معدل استهلاك الفرد* ليتر/يوم
1415	66370	184	9000	270000	135
1424	150000	1500	17236.8	517107	115

المرجع

1415هـ بلدية جازان

1424هـ بلدية جازان

* المعدل محسوب بفرض إستمرارية المياه وعدم إنقطاعها.

يبين الجدول أن المدينة قد زادت مساحتها حوالي ثمان أضعاف خلال تسع سنوات وأن هناك تناقص باستهلاك الفرد بواقع 17% يومياً ويرجع السبب في ذلك إلى اتساع المساحة المخدّمة من مدينة جازان تمثل 70% من المساحة الإجمالية للمدينة الحالية المأهولة بالسكان. ولتعزيز أداء الشبكة ومخزون المياه في المدينة فإنه جاري تنفيذ شبكة مياه لمدينة جازان لإكمال ضغوط التوزيع الرئيسية للمدينة وكذلك تنفيذ مشروع خزان أرضي في محطة الماطري بسعة (10500 م³) وخزان مياه علوي في مدينة جازان بسعة (1200 م³) وارتفاع (38.5م) وهذه المشاريع تهدف إلى تأمين القدرة التوزيعية المناسبة من استهلاك المياه في المدينة. كما تقوم البلدية باستبدال تدريجي لأنابيب الأسبستوس والتي تؤدي إلى تلوث مياه الشرب بشعيرات الأسبست بأنابيب دكتايل وذلك حماية لصحة المواطنين.

جدول (4): نتائج بعض التحاليل الكيميائية والبكترولوجية لعينات جازان (مياه وترسبات) أجريت بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتكنولوجيا.

نوع العينة	مكان أخذ العينة	معالجة أم لا	تاريخ أخذ العينة	تاريخ تحليل العينة	تاريخ عودة نتائج التحليل	نتائج بيولوجية	نتيجة التحليل الكيمياتي للعينات معبر عنها بالمايكروغرام/لبتر											
						بكتريا القولون البرازي	نشادر	Li	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	Ba
مياه	خزان مياه	معالجة	9/7/1423	10/7/1423	12/9/1423	تحتوي	موجود	N.D.	0.83	0.037	0.8	12.3	0.009	0.032	2.4	5.4	0.0024	0.008	0.52
			9/7/1423	10/7/1423	12/9/1423	-			0.64	0.0134	0.85	13.3	0.0095	0.053	4.6	5.9	0.0035	0.026	0.67
	شبكة مياه		9/7/1423	10/7/1423	12/9/1423	-			0.0062	0.0098	N.D.	0.081	0.77	N.D.	N.D	0.028	0.164	N.D.	0.046
			9/7/1423	10/7/1423	12/9/1423	-	N.D.		0.008	0.0097	N.D.	0.084	0.8	N.D.	N.D.	0.015	N.D.	N.D.	0.047
	مواسير شبكة المياه		9/7/1423	10/7/1423	12/9/1423	-				56.3	196.4	2169	3	N.D.	375	560.3	N.D.	34	54.5
ترسبات			9/7/1423	10/7/1423	12/9/1423	-				105.4	305.3	2454	N.D.	N.D.	1865	1050	N.D.	3	93.21

عينات مياه	درجة حرارة العينة	الأنيونات (ملغرام/لبتر)				الكتيوونات (ملغرام/لبتر)				القساوة الكلية	القساوة المؤقته	T.D.s	pH	E . c.
		NO_3-N	SO_4^{--}	Cl	HCO_3^-	Mg++	Ca^{++}	K^+	Na^+	(as $CaCO_3$) ملغرام /لبتر	(as $CaCO_3$) ملغرام /لبتر	ملغرام /لبتر		Ms/cm
1	36	0.4	185	190.4	364	40.25	155.412	3.57	105	440.4	298.3	838.4	7.8	1310
2	35	0.6	180	196.9	397	38.65	133.827	3.82	102.5	441.02	325	903.7	7.6	1412
3	38	2.3	175	177.5	398	52.85	128.92	2.69	96.25	463.024	326	867.84	7.6	1356
4	38	2.7	175	213	400	38.625	123.9	3.83	109.75	483.5	328	896	7.8	1400

جدول (5): أثر بعض المعادن الثقيلة على جسم الإنسان.

العنصر المحلل	حاجة الإنسان اليومية منه (WHO,1996)	النسب التي لها تأثير على صلاحية مياه الشرب غير المعبأة (المواصفات,1984)		أهم وظائف العنصر في جسم الإنسان	مضار زيادة تركيز العنصر على جسم الإنسان	نسبته من وزن الجسم % (محاسنة, 1997)	بعض مخاطر النقص في الجسم
		الحد الأمثل ppm	الحد الأقصى المسموح به ppm				
الحديد	10-50mg/day	0.1	1	تكوين هيموغلوبين الدم- عامل مختزل(محاسنة,1997)	الإصابة بأمراض القلب (http:992000/992821) رسبات ظلية (دلكنة) في أنسجة الرئتين- الالتهاب الرئوي- التشنجات العضلية- الإغماء- الصفراء- تلون الأنسجة باللون الداكن (تيم,22: 8)	0.01	فقر الدم (الأنيميا)- نقص الذكاء (http:866000/866092)
النحاس	1.5-3mg/day	0.05	1.5 2 (WHO,1998, v2:282)	يدخل في تكوين كثير من الأنزيمات- يحرر الحديد من مخازنه على هيئة فيرتين ferritin (الشامي,1985: 101)	سام إذا تراكم بنسبة كبيرة داخل الجسم وخاصة بالنسبة للكبد والمخ (الشامي,1985: 101)	0.005	صنع اضطرابات أيضية وضعف بالدم (محاسنة,1997)- ترقق عظام – أنيميا – نتروبينيا (WHO,1998,v2:42)
الزنك	15-22mg/day للإنسان البالغ	5	15	مكون لسبعين أنزيماً- هضم البروتين- الإخصاب (محاسنة,1997)	يؤدي زيادة جرعة سلفات الزنك عن (440mg/day) إلى تأكل المعدة (WHO,1996:385)	0.003	تأخر بالنمو- صغر حجم الأعضاء الجنسية- خلل في حاسة التذوق وحاسة الشم- تأخر بالتئام الجروح (المدني:1996)
الكوبلت				مكون لفيتامين B12 - صنع الدم (محاسنة,1997)	يسبب زيادتها التورمات في الرئة والربو والكحة واحمرار الجلد وصلصلة الأذن(تيم,22: 8)	0.005	نقص في صنع الدم (محاسنة,1997)
النيكل	7.1-35.7mg/day	0.005	0.02 WHO,1996	معاند للأنزيمات والهرمونات الجنسية (محاسنة,1997)	تجرى اختبارات بيولوجية لمعرفة سميته (Gordon, 1996)	0.005	اضطرابات أيضية وضعف جنسي (محاسنة,1997)
منغنيز	ليس هناك دراسة مستقلة تحدد نسبة الاحتياج	0.05	0.5	يدخل في تكوين بعض الأنزيمات(الشامي,1985: 102) - ضروري للتحكم في الوظائف النفسية للمخ (تيم,22: 8)	تسبب تلوث لمياه الشرب نتج من 400 بطارية جافة في اليابان 1941 لبلوغ تركيز المنغنيز (28mg/litre) إلى ظهور تسمم- علامات خمول- زيادة في حدة الصوت- رجفة- اضطراب بالتفكير (WHO,1996:280)	0.005	اختلال الجهاز العصبي - اختلال عمليات التمثيل الغذائي (تيم,22: 7)

الألمنيوم	5 – 20 mg/day	ليس محدد إلى الآن (WHO,1998v1:11) يفضل بحدود 0.2 (WRc,1997)	-	يؤدي إلى حدوث الامغيزيما (اختلال وظائف الرئتين وانتفاخهما) وتليف الرئة والكساح (تيم,22: 8) آفة دماغية (WHO,1996:138)
باريوم	لا يعتبر جوهري من أجل الغذاء البشري	1(مواصفات 1984) 0.7 (WHO,1996:942)	سام	النزف في البراز - سرعة التنفس - شلل الأطراف - اضطراب دقات القلب (تيم,22: 8) - تؤدي جرعة فموية (0.2-0.5 g) إلى الوفاة وتسبب جرعة (5 g – 0.2) الموت الفوري (Reeves,1986)
الرصاص	يجب تجنب أي كمية منه	0.05 (مواصفات 1984) 0.01 (WHO,1996:942)	سام	المغص الحاد- دموية البراز- التقلص العضلي- تشوه الأجنة - تحطيم الجهاز العصبي-الشلل- فقر الدم-الإجهاض - التخلف العقلي للأطفال (تيم,22: 9)
الكادميوم	لا يتجاوز (1µg / Kg/day)	0.01 (مواصفات , 1984) 0.003 (WHO,1996:942)	سام	يحطم أنسجة الرئة والكليتين والكبد (تيم,22: 8) - يؤدي إلى إرتفاع ضغط الدم وتدمير كريات الدم الحمراء (Gordon,1996) - الجرعة المميتة للإنسان البالغ (0.35 -3.5 g) (WHO,1996:199)

ثانياً

(1) بينت دراسة نتائج التحاليل الكيميائية والبكتيرلوجية لعينات من مياه الشبكة والخزانات (أنظر، جدول(1)) ما يلي:

(أ) تحوي هذه المياه كميات من الـ T.D.S. والكالسيوم والمغنيزيوم والكلورايد والعسر الكلي والفلورايد تقع ضمن الحدود المسموح بها وفق مواصفات المياه غير المعبأة (رقم 2000/701).
(ب) تعاني هذه المياه تلوث عضوي مزمن كما ويظهر أحيانا تلوث بيولوجي.

(2) بما يتعلق بنتائج معامل مياه التحلية (أنظر، جدول (2)):

(أ) لم تظهر نتائج التحاليل على مدى الثلاث سنوات الماضية أي حالات تلوث عضوي أو بيولوجي لمياه التحلية المحللة والمأخوذة من المعامل والمستودعات.
(ب) تؤكد النتائج أن كمية الأملاح الذائبة تكون أحياناً أقل من الحدود المسموح بها، وفي باقي الحالات تكون كميتها قريبة من الحد الأدنى المسموح به.

(3) بما يتعلق بنتائج مصانع الثلج (أنظر، جدول(3)):

(أ) أظهرت النتائج المعملية لعام 1421هـ، أن المياه التي كانت تستخدم في التصنيع، ملوثة بمواد عضوية وبعض العينات، ترافقت بتلوث بيولوجي، وأن المحتوى الكيميائي للمياه من الأملاح يتوافق وقيم مياه الشبكة، مما يدل على أن المصانع في المنطقة، كانت تعتمد على مياه الشبكة في إنتاج الثلج.
(ب) أكدت النتائج المعملية لعامي 1422- 1423هـ، أن المياه المستخدمة في إنتاج الثلج أصبحت مطابقة للمواصفات (2000/409) ولم يعد يظهر بالمياه أي تلوث عضوي أو بيولوجي.

نلاحظ مما تقدم

(1) توافق بين النتائج المستنتجة من تحليلنا لمياه الشبكة بالبحث (البكري: 1424) وبين النتائج المستنتجة من التحليل الدوري للعينات المحللة في المختبرات التابعة لوزارة الشؤون البلدية والقروية، وذلك من ناحية مدى تحقيقها للمواصفة (رقم 2000/701) وتلوثها العضوي.

(2) أكدت نتائج التحاليل المتعلقة بمياه التحلية المنقولة بالصهاريج، سلامة هذه المياه بيولوجياً، وهذا يبرهن على أن أي حالة تلوث قد ظهرت على هذه المياه، وأثرت سلباً على المواطنين (جريدة الوطن:29 الحجة 1422هـ) كانت لأسباب خارجة من المصنع والخزانات. كما وأكدت النتائج، أن هذه المياه تحوي نسبة منخفضة من كمية الأملاح المنحلة T.D.S. وهذا يتفق ونتائج (البكري: 1424).

(3) أظهرت نتائج مصانع الثلج، أهمية الدور الذي لعبته البلدية، من خلال متابعتها لهذه المصانع، مما أجبرها على تطوير خطوط إنتاجها، واستخدام مياه تحلية بالإنتاج، بدلاً من إستخدام مياه الشبكة العامة، لتصبح مطابقة للمواصفة القياسية السعودية (رقم220/1981م).

ثالثاً

بينت نتائج التحليل الكيميائي والبكتيريولوجي المجراة في مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية:

(1) تعاني مياه الخزانات من ارتفاع نسبة الكروم، والألمنيوم، والمنغنيز، والحديد، والنحاس، والتوتياء (أنظر، جدول (4)) عن الحدود المسموح به في المواصفات القياسية السعودية لمياه الشرب المعبأة وغير المعبأة (1984/409).

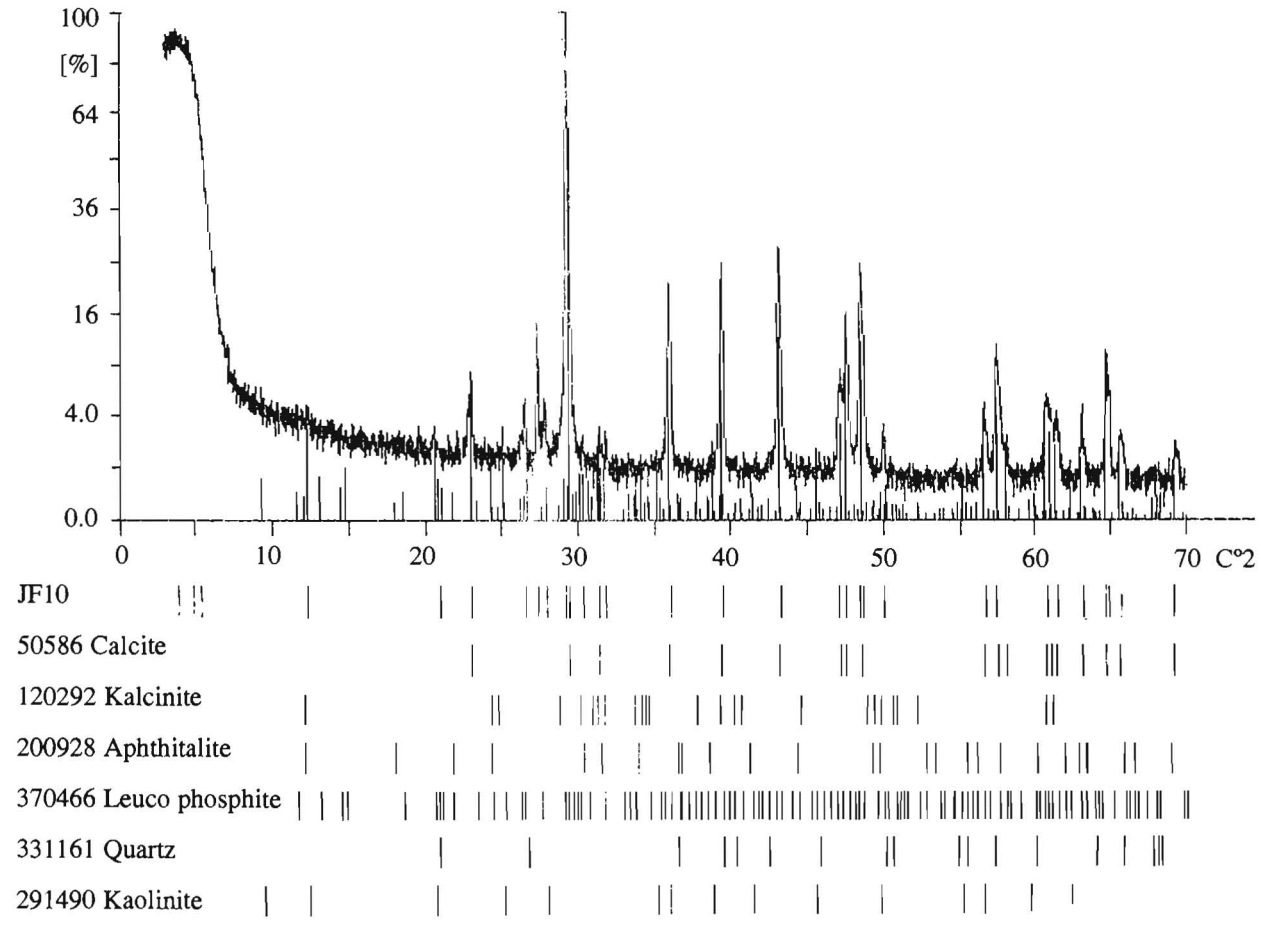
(2) يشير التحليل البكتيريولوجي والكيميائي، إلى وجود تلوث في مياه الخزان (1) بكتيريولوجياً وكيميائياً، فإذا علمنا أن الخزان يقع بمقربة سوق الغنم، والبنية الجيولوجية لوسط المدينة ذات تربة ملحية، وتعاني المنازل القديمة فيها من تصدعات وانهيارات مستمرة نتيجة انحلال التربة، نستنتج أنه من المحتمل أن هذه الإنهيارات قد أثرت سلباً على شبكة المياه إلى الخزان، أو إلى حدوث تشققات في الخزان، وبالتالي حدوث اختلاط لهذه المياه بمياه البيارات، والتي يتم ترحيلها بالصهاريج من قبل السكان، وما يترافق أحياناً من تباطؤ في بالترحيل، قد يؤدي إلى حدوث طفح بها، وتلوث المنطقة المحيطة، بما في ذلك المياه، بتلوث كبير بالمواد العضوية أو غير العضوية سواء عالقة أو ذائبة. أما نتائج التحليل البكتيريولوجي لمياه الخزان (2) والشبكة العامة (3) و (4) فتشير إلى سلامتها من التلوث البكتيريولوجي، (أنظر، جدول (4)). إلا أن وجود النشادر (1) و(2) وكذلك في خط الشبكة (3) يؤكد وجود تلوث عضوي .

(3) تشير نتائج تحليل مياه الشبكة، إلى أن نسب المعادن الثقيلة المحللة والمبين بالجدول (4) (أنظر، جدول (4)) تقع ضمن الحدود المسموح بها للمياه غير المعباة، إلا أن كمية الكوبالت عالية نسبياً (خاصة أنه يعتبر من المعادن نادرة الوجود في الطبيعة). وبين الجدول (5) (أنظر، جدول (5)) مدى أهميته لجسم الإنسان وضرره في حال زيادة نسبته عن حد معين، حيث يسبب التورمات في الرئة، والربو، والكحة، واحمرار الجلد، وصلصلة الأذن. ونلاحظ كذلك النسبة العالية جداً للكادميوم ضمن مياه الشبكة (3) عن الحدود المسموح بها عالمياً والذي يعتبر من أكثر المعادن النادرة سُميةً. وكما بين الجدول (5) أن التسمم به يؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم، وتلف الكلى، وتدمير كريات الدم الحمراء.

إن هذا يستدعي الاهتمام، وبذل الجهود لمعرفة مصدر التلوث، وخاصةً والأبحاث تؤكد أن التلوث بالكادميوم يأتي إلى مسالك المياه عن طريق الغسل الطبيعي للزنك بلند، وعمليات التعدين الخاطئة ، وكذلك نتيجة لتآكل الأنابيب المجلفنة القديمة (Kopp,1968).

رابعاً

إن النسبة المرتفعة لانحلال الرواسب في حمض الهيدروكلوريد (3)، مع حدوث الفوران الشديد، وانطلاق غاز عديم اللون والرائحة، وتعكيره لرائق الكلس، مؤشر إلى أن نسبة كربونات الكالسيوم (الكالسيت) عالية ضمن الرواسب. وقد أكد تحليل الرواسب بواسطة جهاز Diffraction PW 1710/00 X-ray هذه النسبة العالية (الشكل 3).



الشكل (3): تحليل الرواسب بواساطة جهاز Diffraction PW 1710/00 X-ray

وللتحقق من أن المياه ذات طبيعة ترسيبية، فقد تم حساب معامل التشبع للكالسيت بالاعتماد على نتائج التحاليل الكيميائية لجميع العناصر الرئيسية الداخلة في التركيب الكيميائي لمياه الخزانات والشبكة (أنظر، الجدول (4).)

حيث تم إعتماداً على(Lloyd, and Heathcote,1985)حساب معامل التشبع للكالسيت:

$$SID = \text{Log}\,[Ca^{2+}] + \text{Log}\,[alk\cdot] - \text{Log}\,\{(H^{+}).\,\gamma Co_3^{2-} + 2K_2.\,\gamma HCo^{3-}\} + A + B$$

(المعادلة 4-1)

حيث:

$$A = \text{Log}\,\gamma Ca^{2+} + \text{Log}\,\gamma HCO_3^{-} + \text{Log}\,\gamma CO_3^{2-}$$

$$B = \text{Log}\,K_2 - \text{Log}\,K_c$$

تم حساب K_2 (ثابت التأين الثاني لحمض الكربونيك) و K_C (ثابت الذوبانية للمركب $CaCO_3$ من العلاقتين التاليتين:

$$\text{Log}\,K_2 = -107.8871 - 0.032528T + 5151.79/T + 38.92561\,\text{Log}\,T - 563713.9/T^2$$

$$\text{Log}\,K_c = -171.9065 - 0.077993\,T + 2839.319/T + 71.595\,\text{Log}\,T$$

أما $[Ca^{++}].[alk]$: فيمثل على الترتيب التركيز المولي لأيون الكالسيوم، وأيون البيكربونات لكامل القاعدة، حيث يشترط أن يكون pH الوسط، يتراوح في المجال بين 6-9 وهذا محقق في كافة التحاليل أنظر، جدول (5).

تم حساب معاملات الفعالية لأيونات الكالسيوم γCa^{2+} ، والبيكربونات γHCO^{3-} ، والكربونات γCO_3^{2-} ، باستخدام تقريب ديفس (Encyclopedia, (1998), (Davies, 1976):

$$\text{Log}\,\gamma = -0.5\,Z^2.[\sqrt{\mu}/(1+\sqrt{\mu}) - 0.3\mu]$$

$$\mu = 0.5\,\Sigma C_i Z_i = 2.5^{*}\,10^{-5}\,^{*}\text{T.D.S.} = 1.6^{*}\,10^{-5}\,^{*}\,k$$

تمثل μ قوة الأيون ويمكن أن تحسب كما يلي:

حيث:

Ci تركيز الأيون المعني.

Zi شحنة الأيون.

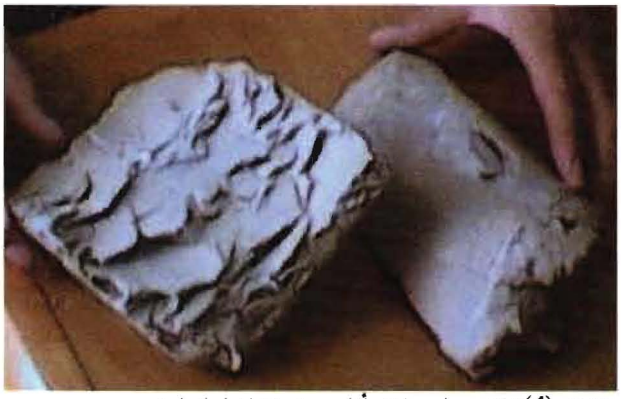
T.D.S. مجمل الأملاح المنحلة (ppm)

الناقلية معبر عنها (microsiemens / cm).

تراوحت قيم معامل التشبع بالكالسيت، لجميع العينات، ضمن قيم موجبة بين (1.16 - 1.39) ويشير (Langmir, 1971) أن خطأ الحساب لمعامل التشبع 0.1 واحدة، وأن القيم الموجبة لمعامل التشبع هي مؤشر إلى أن المياه ذات طبيعة ترسيبية. يتفق ما تقدم مع ما ورد في (البصلي، 1418) بأن مياه الشرب ذات الطبيعة الترسيبية، تؤدي إلى ترسيب الأملاح، خاصةً أملاح كربونات الكالسيوم ($Ca\ CO_3$).

(2) إن انتشار والتصاق المعلقات الطينية على سطح الأنبوب المستخدم في المثقلة، وعدم مقدرتنا على إزالتها بالطرق الميكانيكية، وعدم ترسبها، إلا بتأثير القوة النابذة، ما هو إلا مؤشر لدرجة النعومة الفائقة لهذه المعلقات، وأن أقطارها ذات أبعاد صغيرة، تدخل ضمن مسامات زجاج الأنابيب، إذ هي أقل من 5 ميكرون (زيزفون، 1999) وهذا يتفق مع الدراسات البحثية، والتي تقترح أن تتمثل المساحة السطحية لمعظم الدقائق المحمولة في المياه الطبيعية، بحبيبات ذوات أقطار اقل من 2 ميكرون (Cox, 1971).

(3) إن الرواسب الطينية ذات طبيعة غرينية (طبيعتها من طبيعة تربة المنطقة) ونجدها تتراص بشكل تراكمي، على جدران أنابيب نقل المياه مؤدية لترسبات تستمر بالنمو، مشكلة طبقات من الشرائح تشبه طبقات الوردة، صلبة، رقيقة، متراصة، تؤدي هذه التراكمات في النهاية إلى الانسداد التام للأنابيب (الشكل (4)).



الشكل (4): الترسبات داخل أنابيب شركة المياه العامة

(4) أعطي تحليل الرواسب بوساطة جهاز X-ray Diffraction PW 1710/00 المخطط الموضح بالشكل (3) والذي يؤكد وجود:

1	$Ca\ CO_3$	Calcite
2	$K\ HCO_3$	Kalcinite
3	$K_3Na(SO_4)_2$	Aphthitalite
4	$KFe_2(PO_4)_2\ (OH).\ 2H_2O$	Leuco Phosphite
5	SiO_2	Quartz
6	$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$	Kaolinite

تظهر الصيغ وجود جزيئات لا عضوية معقدة، ذات بنية فراغية ضخمة، تشكل بين جزيئاتها فراغات مسامية يمكن أن تكون بؤرة لنمو الأحياء الدقيقة وحمايتها من أثر المواد المطهرة. كما وأن النسبة العالية للكالسيت، ضمن المعلقات، يقود حتماً لتفاعل الكلور المستخدم بالتعقيم، مع كربونات الكالسيوم، ليذهب الكلور لإنتاج كلوريد الكالسيوم المنحل، ولتبقى المركبات العضوية في مأمنها، ضمن الفراغات، بين الجزيئات اللاعضوية الضخمة. وهذا التفسير يتفق وما ورد بالدراسات. (الرحيلي، 1410).

(5) بدراسة نتائج تحليل كميات المعادن الثقيلة بالرسوبيات، نلاحظ وجود نفس المعادن الثقيلة المشاهدة في الخزانات، ولكن بتركيز أعلى باستثناء الكادميوم غير الموجود في الرسوبيات المحللة، والموجود بتركيز منخفض في مياه الخزان، وبتركيز عالي في خط الشبكة (3)، وغير موجود في خط الشبكة (4) ويؤكد هذا أن التلوث بالكادميوم تلوث موضعي. وبنفس المعالجة للكوبلت، نلاحظ تركيزه المنخفض في الترسبات، مقارنةً بالتراكيز الأخرى لجميع المعادن المحللة في العينة (1) وعدم وجوده في العينة (2) مع وجوده المرتفع نسبياً ضمن عينات شبكة المياه، مما يوحي بأن التلوث به خارجي.

إن التراكيز المرتفعة للمعادن (الحديد، الزنك، النحاس، المنغنيز، الباريوم، الرصاص) في الرسوبيات، ونسبها العالية في الخزانات، مع أنخفاض نسبها إلى قياس الحدود المسموح بها لمواصفات المياه، غير المعبأة ضمن شبكة المياه يستدعي التأمل. ويمكننا توقع أن هذه المعلقات اللاعضوية، وذات البنية الفراغية الضخمة، ودرجة النعومة العالية، وبالتالي السطح النوعي الكبير، والتي قد أشرنا إليها بالأعلى، تقوم بدور مادة تمتز المعادن. وهذا ما تؤكده النتائج التحليلية والمشار إليها بالأعلى، مما يحقق تنقية للمياه من المواد المعدنية أثناء حركتها. هذه النتيجة تتفق مع الدراسات التي تهتم بدور الإمتزاز في نظم المياه الطبيعية (Jenne 1968) حيث تعددت الدراسات التي تناولت امتزاز الأيونات المعدنية عند سطح التلامس بين الماء - المادة الصلبة (James,1972) وقد اعتمدت الدراسات على مجال pH مابين6.5 و8.5 وهي تتفق و pH المياه الطبيعية وقد أظهرت أن امتزاز الأيونات الفلزية عملية سريعة، حيث أن 50% من الحد الأقصى للإمتزاز يتم خلال بضع دقائق (Tritremmel,1966) وفي بعض الأنظمة، يحدث ذلك خلال فترة تقل عن دقيقة واحدة. ولكن في البعض الآخر يلزم ما يقارب من ثلاثين دقيقة للحصول على نفس الدرجة من الإمتزاز. وأن أقصى حد للامتزاز يحصل عادة خلال بضع ساعات، والعملية العكسية تحدث ببطء شديد (Murray, 1973). أما المواد العضوية المرافقة للماء من المتوقع أنها توضع ضمن المسامات السطحية للمعلقات، مكونةً بؤرة لنمو البكتيريا، تعيق عمل المواد المستخدمة بالتعقيم.

كما وقمنا بتخزين الماء في أوعية بلاستيكية، فنتج ترسب جزء من المواد العالقة على جدران الوعاء البلاستيكي المستخدم، كما ظهر تغير برائحة المياه وطعمها ولونها، ويعود السبب في ذلك إلى وجود المعلقات موضوع الدراسة ونمو البكتيريا في مساماتها (الرحيلي، 1410).

تشكل سمية الفلزات النادرة لمختلف أشكال الحياة موضوعاً لعدد من الدراسات والبحوث. وتشير الأبحاث حول مدى سمية النحاس مثلاً، (Andrew,1976) إلى أنه يتم تعقيده إلى حد كبير في المياه بوساطة أيون الكربونات، مما يقلل من نشاطية أيون (Cu^{2+}) ، ومن ثم التقليل من سميته . حيث يشكل معه كربونات النحاس، وهذا يتفق مع نتائج التحليل، فالرواسب تحوي الكربونات لدرجة عالية. ولو راقبنا مياه الخزانات،

نجدها تحوي على نحاس، بينما نلاحظ اختفاؤه من شبكة المياه العامة، وأن نسبته ضمن الرواسب عالية. كذلك فإن الدراسات تشير إلى السمية الحادة والمزمنة لعنصر الرصاص على أسماك سالمون المحيط الأطلسي. وقد رصدت نتائج مماثلة لنتائج النحاس(Davie, 1976). لذلك يمكن أن نعيد نفس المناقشة لنتائج النحاس، على نتائج الرصاص وصولاً إلى نفس النتائج.

خامساً

مما تقدم، نجد أن عملية تنقية مياه الشبكة من هذه المعلقات أمر لابد منه قبل وصول المياه إلى المنازل وذلك لما يلي:

(1) تحتوي هذه المعلقات على معادن ثقيلة سامة تراكمية، قد تتجمع في جسم الإنسان، في حال استخدام المياه للشرب، وتسبب أمراضاً خطيرة، حيث أن جسم الإنسان يمكنه عادةً التخلص من نسبة معينة من الملوثات أو أن يدرأ أثرها، ولكن مع زيادة هذه المواد في المياه الملوثة، يصبح معدل تراكمها أكبر من معدل طاقة تخلص الجسم منها، فيبلغ تركيزها مستويات عالية تضر بصحة الجسم، وتسبب الأمراض من أخطرها السرطان (الجهني، 1421). إضافة إلى أن تراكم هذه المعلقات ذات البنية الفراغية الضخمة في جسم الإنسان، قد تؤدي إلى إمتزاز المعادن المفيدة في الدم وبشكل كبير.

(2) في حال تراكم هذه المعلقات في الجسم، فإنها تكون مخزناً ممتازاً أمناً لنمو البكتيريا وتجمعها وبالتالي تسبب التهابات مزمنة، في مواضع تراكمها داخل الجسم، قد لا تُجدي معها المعالجات بالمضادات الحيوية. وقد تسبب مع مرور الزمن، فشلاً لعمل العضو المتراكمة فيه. وقد أشار الدكتور أسامة شبكشي وزير الصحة في حكومة المملكة في لقاء صحفي سابق (المجلة العربية، صفر1419هـ)، إلى أن السبب الأول للفشل الكلوي في منطقة جازان هو إنسداد المجاري البولية وسببه اللاتهابات المزمنة لمجاري الكلى، حصوات الكلى ، البلهارسيا.

(3) مما تقدم فإننا لا ننصح باستخدام المياه من شبكة المياه العامة القائمة حالياً في مدينة جازان بالشرب أو الطبخ، وذلك حتى إكتمال مشروع خط معالجة شبكة المياه العامة للأسباب الموضحة أعلاه. إضافةً لذلك فإن حقيقة إمتزاز كميات كبيرة من العناصر النادرة في المواد المترسبة، أصبح واضحاً، ولكن ما واقع العملية المعاكسة والتي تؤكد المراجع بطئها الشديد، وكيفية تصرف هذه الرواسب في الأوساط البيولوجية، خاصةً وأن الدراسات السابقة تؤكد أن النشاط البيولوجي أكثر المسارات أهمية لتحرير العناصر المعدنية النادرة الموجودة في الترسبات (Wood, 1974).

إن وجود هذه المعلقات في المياه يشكل عبءً إقتصادياً كبيراً، ليس من الناحية الصحية فقط، وإنما من ناحية عامة. فعلى البلدية مثلاً، يستلزم ترميمات لخطوط جر الأنابيب إلى المواطنين. وتجديدات للأنابيب المسدودة بالمعلقات. وعلى المواطن، يترتب عبءً مادياً ناتجاً عن العطب السريع للأدوات المنزلية التي تحتاج إلى الماء في عملها، كالغسالات الأتوماتيك والجلايات وسخانات المياه وأجهزة التقطير.

التوصيات

(1) إزالة المواد العالقة من مياه الشرب لحماية الصحة العامة من ناحية، ولمنع حدوث مشاكل تشغيلية في شبكة التوزيع من الناحية الأخرى.

(2) إيجاد بديل مناسب لمعالجة الملوثات البيولوجية في مياه الشرب عن الكلورة ولاسيما والأبحاث تؤكد أن الكلور يتفاعل مع المواد العضوية الموجودة بالماء الملوث، مؤديةً إلى تكون مواد هيدرو كربونية مسلطنة. (البصلي، 1418).

(3) عدم الاستمرار بعملية تحليل العينات بالطريقة المعتمدة حالياً، من ناحية إرسالها من جازان - الرياض، وخاصةً إذا علمنا أن هناك تحاليل يجب إجرائها مباشرةً وفي موضع سحب العينة، كتحديد pH الوسط مثلاً والأكسجين المنحل. كما وأن هناك تحاليل بيوكيميائية يجب أن تجرى خلال الساعات الستة الأولى من أخذ العينة (Environmental Prot. Agency, 1969). إضافةً إلى أن بعض التحاليل يجب أن تجرى يومياً، وخاصةً التحاليل المتعلقة بنسبة المواد العضوية والتحاليل البيولوجية، ليتم مباشرة إعطاء النتائج واقتراح الحلول الآنية لأي مشكلة قد يظهر أثرها بالتحليل.

(4) تشكيل فريق بحث ميداني وإيجاد مختبر أبحاث مركزي، يتبع الكليات العلمية في المنطقة، يقوم بدراسة مياه الشبكة وأخذ عينات من المياه، بدءً من الآبار، لضمان سلامتها من أي ملوثات بيولوجية وكيميائية. وأيضاً تحليل تربة منطقة الآبار، و أخذ عينات مياه على طول خط النقل، ومن القرى التي يتم تزويد الماء بها، ومن جميع الخزانات، وذلك بغية تحديد سبب النسب العالية للمعادن الثقيلة المشاهدة في مياه الخزانات بغية إيجاد الحلول الاقتصادية المناسبة.

(5) رفع الوعي بين المواطنين، للتركيز على ضرورة تجنب شرب مياه شبكة مدينة جازان القائمة حالياً وبالأخص الموصلة من خطوط الإسبستوس، وكذلك عدم استخدامها بالطبخ. وأيضاً تشديد الرقابة على نظافة مياه صهاريج التحلية والإشراف عليها . وإلزام المتاجر بضمان الحفظ السليم لقوارير المياه وعدم تعريضها لأشعة الشمس.

(6) إنشاء محطة معالجة وتنقية للمياه، بحيث تصبح صالحة للشرب ومطابقة للمواصفات القياسية السعودية لمياه الشرب، كما هو الحال في بعض مدن المملكة.

(7) تنفيذ شبكة للمياه سليمة مطابقة للمواصفات الواجب عملها لمشاريع المياه، وذلك لكامل المدينة والقرى في المنطقة، مع مراعاة أن تكون هذه الشبكة، أعلى من شبكة الصرف الصحي، وبعيدة عنها.

كلمة شكر

نتقدم بالشكر الجزيل للمهندس عمر محمود أشلق، لتعاونه ومساهمته بشكل مباشر في هذا البحث.

المراجع العربية

إدارة صحة البيئة (1397) طريقة سحب العينات للفحص الكيميائي والبكتريولوجي . تعميم رقم 426/ص تاريخ 1397/4/30 هـ.

البصلي، سليمان، واليوسف سامي، (1418). المعالجة النهائية لمياه الشرب. العلوم والتقنية 11 (**44**): 19-24.

البكري، إيمان وبريك عصام (2004). التلوث الكيميائي لمياه الشرب في مدينة جيزان . مجلة الخليج العربي للبحوث العلمية **22** (1):40-50.

الجهني، محمد صالح، (1421). عميد الحياه. المعرفة. **62**: 53-91.

الرحيلي، عبدالله محمد، الجضعي، إبراهيم بن سعد (1410). معالجة مياه الشرب. العلوم والتقنية (**12**): 32-37.

السماري، صابر السيد منصور (1996). مقدمة في كيمياء المياه الطبيعية (ترجمة) ط 1, منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.

الشامي، آمال السيد وآخرون (1985). التغذية لاصحية للإنسان (ترجمة) ط 2. الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة. ص ص 276.

المدني، خالد علي (1996). تقييم الحالة الغذائية ط 2, مطبعة المدني ،القاهرة.

بلدية جازان (1415). تقرير مدينة جازان: التقرير الأول. رقم المشروع 232 ص 330.

بلدية جازان (1406). دراسات التخطيط والهندسة الإنشائية: المرشد الموجز للراغبيين في البناء.

جريدة الوطن (1422). ظهور إصابات لبعض أطفال قرية قبيلة العواضية. 29 ذو الحجة/ 1422.

زيزفوت، غدير المديري، فواز، البكري، إيمان (1998/1999) تكنولوجيا عمليات التصنيع (1) منشورات جامعة دمشق. دمشق، سوريا. ص 488.

محاسنة، احسان علي (1997). البيئة والصحة العامة. العلوم الحياتية (**2**): عمان - جامعة مؤتة.

المراجع الانجليزية

Andrew, RW (1976) Toxicity Relationship to Copper Forms in Natural Water: Toxicity to Biota of Metal Forms in Natural Waters. Proceedings of International Joint Commission. Windos, Ontario. p. 127.

Cox, JL (1971) DDT Residues in Sea Water and Particulate Matter in the California Current System. Fish Bull. **69**: 443.

Davies, PH, Goettl, JR, Sinley, JR, and Smich NF, (1976) Acute and Chronic Toxicity of Lead to Rainbow Trout (*Salmo Gairderi)* in Hard and Soft Water. Water Res. **10**:199.

Encyclopedia of Chemical Technology (1998), 4th ed. Vol. **25**. Wley Interscience Publications. New York. p. 581.

Envronimental Protection Agency (1969) Methods for Chemical Analysis of Waters and Wastes. National Envronimental Research Center. Analytical Quality Control Laboratory. Cincinnati. pp 3-4.

James, RO and Healy, TW (1972) Adsorption of hydrolyzable metal ions at the oxide water interface J. Coloid Interfac. Sci. **40**: 53-65.

Jenne, EA (1968) Controls on Mn, Fe, Co, Ni, Cu, and Zn concentration in soils and water: The signicicant role of hydrous Mn and Fe Oxides *In: Trace Inorganics in Water. Advances in Chemistry Series* 73. Am. Chemical Soiety, Washington D.C pp 337-387.

Kopp. JF, and Kroner, RC (1968) Trace Metals in Water of the United States. US Dept. of the Int. FWPCA, Div. of Pollut. Surveillance, Cincinatti, USA

Langmuir, D (1971) The Qeochemistry of Some Carbonate Groundwater in Centeral Pennsylvania. Geochim. Cosmochim Acta. **35**: 1023-1045.

Lloyd, JW and Heatheote JA (1985) Natural Inorganic Hydrochemistry in Relation to Groundwater. Oxford University Press. New York. p. 107.

Murray, R (1990) Asbestos: Chronology of its Origins and Heath Effects. Br. J. Industrial Medicine. **47** (6): 361-365.

Perry, RH and Green, DW (1997) Perry's Chemical Engineers Handbook. *In: McGraw Hill. International Editions*. **18**: p. 106.

Stipantis (1966) Behavior of Radioisotopes Released to a sream System. IAEA-SM-1587, Vienna. pp.105-123

Tritremmel, *et al.* (1966) Behavior of Radioisotopes Released to a Stream System. IAEA-SM-1587, Vienna. pp. 105-123.

Wood JM (1974) Biological Cycles for Toxcied Elements in the Environment. Science **183**: 1049

WHO (1996) "Guidelines for drinking-water quality" Second Ed. Vol. 2, Geneva.

WHO (1998) "Guidelines for drinking-water quality" Second Ed. Addendum to Vol. 1, Geneva.

WHO (1998) "Guidelines for drinking-water quality" Second Ed. Addendum to Vol. 2, Geneva.

Received 17th May 2003 ; in revised form 13th March 2004