

تقييم نوعية مياه منظومة طرابلس

أ . هدى محمد عمران
قسم الجغرافيا
كلية الآداب - الزاوية

قال تعالَى (رَأَيْتُمْ إِنْ أَصْبَحَ مَاؤُكُمْ غَوْرًا فَمَنْ يَأْتِيكُمْ بِمَاءٍ مَّعِينٍ)⁽¹⁾.

مقدمة

يتمحور جُلّ الاهتمام على حقائق شبة مؤكدة عن المياه الجوفية التي تُعد المصدر الوحيد للإمداد المائي حالياً، حيث تغطي 96% من الطلب على المياه والتي ما زالت تثير مضاجع الكثيرين من المهتمين بالإمداد المائي، فلا حياة بدون ماء، كما لا يمكن الحديث عن التنمية بلا مياه، ولعلّ السؤال المتكرّر هو: ما هو العمر الافتراضي (الاقتصادي) لمشروع النهر الصناعي؟ هل هو 50 سنة؟ وهل سينفذ فعلاً مخزون الحوض الجوفي النوبي بعد مرور 4860 سنة؟ وهل يمكن وضع خطط للتنمية المستدامة على هذا الافتراض؟، والحقيقة أن التنمية المستدامة من أهم عناصرها*، ثبات أعداد السكان والظروف البيئية والوعي والإدارة المتكاملة للنظم البيئية والاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية ومن أهم أدوارها، إدارة جودة المياه والتنمية المستدامة (يعني ذلك لم تعد تهم كمية المياه بقدر الاهتمام بنوعيتها)، وهذا السؤال المطروح أعلاه أثار نقد الكثيرين من داخل وخارج ليبيا، وما يزيد الوضع سوءاً، ما نشرته الأمم المتحدة عبر برنامجها الإنمائي في تقريرها الدولي عام 2008، حيث ذكرت حرفياً، " أن مناطق عديدة من العالم النامي ستعاني من نقص إمداد المياه، إذ ستقلّ ل تدفقات المياه الخاصة بالشرب والاستخدامات الزراعية وتظهر ما تسمى بمناطق التوتر المائي" **.

نظراً لمتطلبات معادلة الحياة، أقيم المشروع لنقل المياه الجوفية عبر أنابيب خراسانية مختلفة الأقطار، بلغ إجمالي عددها 585,296 أنبوباً، على خمس مراحل، وإجمالي المياه المزمع نقلها 6.57 مليون م³/اليوم توفر من جملة 1.350 بئراً، وذلك بأبعاد وتقنيات غير تقليدية، قُدرت إجمالي تكلفتها بـ33.69

تقييم نوعية مياه منظومة طرابلس

مليار دولار أمريكي لمدة 50 سنة، شاملة التشغيل والصيانة بناءً على مفاضلة اقتصادية بين كل البدائل الممكنة آنذاك للحصول على أكبر كمية من المياه (تكلفة استخراج المتر المكعب من المياه لكل دينار ليبي) ⁽²⁾، والأمر هنا لا يخلو من المفاجآت (التقدم التقني والتحلية)، وعقبات سير العمل (مشاكل أثناء تصميم وتنفيذ المشروع)، وعملية الإسراع في التنفيذ لغرض استدراك الحاجة الملحة لتوفير الإمدادات المائية الكافية وما ينتج عنها من أخطاء مكلفة.

تتمركز المشكلة حول: ما مدى مطابقة نوعية منظومة الحساونة - طرابلس لمواصفات مياه الشرب؟، وللإجابة عنها طُرح تساؤلان، الأول: هل مصدر مياه المنظومة غير متجدد؟، أما الثاني فهو: هل الكمية المسحوبة حالياً يمكن أن تؤثر في نوعية المياه؟

وتمت صياغة فرضيتين على ضوءهما كالآتي:-

الفرضية الأولى: إن مصدر مياه المنظومة في الأغلب هي مياه جوفية غير متجددة.

الفرضية الثانية: هناك اختلاف واضح في تركيز العناصر الكيميائية ما بين مصدر المياه والمنظومة (التجميع والإمداد).

بما أن المنطقة شهدت مشاريع لا حصر لها منها القائم ومنها قيد التنفيذ ومنها المتعاقد عليها، وما باتت تشهده اليوم من تغيرات مائية، وما الذي يمكن أن يطرأ عليها، الأمر الذي يتطلب وقفة جادة وسريعة لاستدراك ما يمكن وعليه تبرز الأهمية في الآتي:

1- إبراز أهمية المياه الجوفية بالنسبة لسكان جنوب ووسط ليبيا كونها المورد الوحيد عكس سكان الساحل (عنصر معادلة مياه التحلية).

2- إظهار أهمية التحليل الدوري والمستمر لمياه الإمداد المائي وتأثير نوعيته على الاستعمالات المختلفة.

وللوصول إلى نتائج علمية تم اعتماد المنهج التاريخي بتتبع نتائج التحاليل لمنظومة الحساونة- طرابلس حتى سنة 2007، ومقارنة نتائج تحاليل مصدرها بمنظومة السرير/تازربو، ثم بمنظومة الإمداد؛ وذلك لتتبع معدلات تركيز العناصر في المياه، وأُعيد في ذلك المنهج الإحصائي لاستخراج متوسط

تركيزها باستخدام بيانات تقارير جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي والهيئة العامة للمياه والمختبر المركزي لتحليل المياه بطرابلس، والدراسة الميدانية في سنة 2006، وقد تم عرضها في جداول وتمثيلها بيانياً وتفسير نتائجها علمياً.

■ منظومة مياه السرير - سرت/ تازربو - بنغازي:

تم وضع حجر أساسها يوم 1984/8/28، وتتمثل في نقل 2 مليون م³/اليوم من المياه أي 730 مليون م³/ السنة من حقلي السرير و تازربو في جنوب شرق ليبيا، البالغ عدد آبارها 270 بئراً، موزعة على الحقلين، ففي الحقل الأول 150 بئراً منها 26 بئراً إنتاجياً و 24 بئراً احتياطياً وأعماقها في 450متراً، أما الثاني فيه 120 بئراً منها 08 بئراً إنتاجياً و 12 احتياطياً، وتتراوح أعماقها ما بين 400-600 متر، بالإضافة إلى 60 بئراً بين عميقة وضحلة للمراقبة موزعة بين الحقلين، منها 24 بئراً في الحقل الأول و 36 بئراً في الثاني⁽³⁾، وفي يوم 1989/9/11 وصلت المياه لخزان اجدابيا الرئيسي للتجميع والموازنة بسعة 4 مليون م³، ومنه تدفقت إلى خزاني عمر المختار (بنغازي) بسعة 4.7 مليون م³ والقرضابية (سرت) بسعة 6.8 مليون م³ وذلك في يومي 8/28 و 1991/9/4 على التوالي⁽⁴⁾؛ ولغرض الإمداد المائي الذي فرضته الحاجة الملحة واستدراك نقص مياه الشرب، شغلت المنظومة جزئياً من 1993/9/1 بـ 28 بئراً وتصاعدت إلى 30 و 34 بئراً في سنة 94 و 1995 على التوالي بطاقة إنتاجية لا تتجاوز 200 ألف م³/اليوم حُصص أغلبها لمدينة بنغازي⁽⁵⁾، الواقعة ضمن الشريط الساحلي في الجزء الشمالي الشرقي من ليبيا علماً بأن هناك ضخاً للمياه من حقل السرير الجنوبي بدأ منذ سنة 1975، ومن الشمالي في سنة 1980؛ وذلك لغرض الزراعة بمنطقة السرير⁽⁶⁾، وهما غير حقل غرب السرير التابع لمشروع النهر الصناعي في مرحلته الأولى⁽⁷⁾.

■ منظومة مياه الحساونة - طرابلس:

وضع حجر أساسها يوم 1989/8/26، وتم التعاقد مع شركة (دونغ أه) الكورية يوم 1990/2/4، وتتمثل في نقل 2 مليون م³/اليوم من آبار حقول الحساونة في جنوب غرب ليبيا، البالغ عددها 484 بئراً، منها 479 بئراً منتجاً

تقييم نوعية مياه منظومة طرابلس

بأعماق تتراوح ما بين 400-600م، مع وجود 39 إلى 53 كئراً احتياطياً و 32 بئراً لمراقبة مستوى الماء الجوفي، وفي حقيقة الأمر صممت المنظومة بطاقة إنتاجية تسع 2,5 مليون م³/اليوم، على أن يُضاف 114 بئراً حسب المخطط له ونظراً للحاجة الملحة للإمداد المائي لمدينة طرابلس تمّ التشغيل الجزئي للمنظومة بواقع 80 بئراً فقط تابعة لحقل شرق جبل الحساونة الجنوبي بطاقة إنتاجية لا تتجاوز 300 ألف م³/اليوم حُصص أغلبها لمدينة طرابلس الواقعة ضمن الشريط الساحلي في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا، وفي يوم 1996/8/13 بُدئ التشغيل التجريبي للمسار الشرقي للمنظومة وتدفقت المياه في يوم 1996/8/24 إلى خزان القره بوللي بسعة 164.330 م³ ومنه إلى خزان سيدي السائح (جنوب طرابلس) بسعة 217.596 م³ وذلك في يوم 1996/8/28، وتدفقت منه إلى منظومة طرابلس في يوم 1996/9/1، وفي حين تمّ تشغيل حقل آبار شرق جبل الحساونة الشمالي في شهر سبتمبر سنة 1999، وبعدها تمّ الانتهاء من حقل آبار شرق الحساونة وتشغيله في سنة 2002، وهكذا وصلت نسبة إنجاز المنظومة 100% سنة 2006 باستثناء بعض الأعمال الإنشائية البسيطة والملحقة ، ورغم ذلك فإن الكمية الفعلية للضح اليومي من المنظومة لا تتجاوز 600,000 م³/اليوم حتى سنة 2006، أي أنها تشتغل بنسبة 30% من طاقتها الإنتاجية⁽⁸⁾.

■ نوعية مياه منظومتي السرير/ تازربو و الحساونة:

إن الغرض من إقحام فقرة نوعية مياه منظومة السرير/ تازربو هو تقييم نوعية مياه منظومة الحساونة باعتبار أن مصدرهما أحواض جوفية (حوضي السرير و مرزق) كوجه مقارنة فيما بعد مع شبكات توزيع طرابلس (أي ما بين المصدر وعملية الإمداد) وفق المعايير المعمول بها من قبل منظمة الصحة (Who) والمعايير الليبية، وكالمعتاد تجرى تحاليل جرثومية أو بكتيرية وكيميائية والتي تتم بطرق مختلفة منها التحاليل الحقلية (ميدانية)، وذلك بجمع عينات من نقاط معينة تتوزع على جميع مكونات المشروع تتمثل في الآبار وخطوط التجميع وخطوط النقل الفرعية والرئيسية وكذلك الخزانات وفتحات التغذية ويتم فيها القيام بتحاليل الرقم الهيدروجيني ودرجة الحرارة والعسر

الكلية والفلوية الكلية وجهد الأوكسدة والاختزال وغاز الأوكسجين الذائب وثاني أكسيد الكربون و الكلور الحر المتبقي وكذلك الأملاح الكلية الذائبة وبعد ذلك يتم جمع عينتين لإجراء التحاليل المعملية؛ لإكمال الاختبارات الكيميائية والجرثومية في المعامل الموجودة في مواقع المشروع، فحسب ما يظهر من الجدول (1) أن إجمالي عدد العينات 146 عينة/الأسبوع، كما أن مجموع عدد التحاليل لكل عينة هو 20 تحليلاً، وبالتالي يكون إجمالي عدد التحاليل الأسبوعية 2920 تحليلاً⁽⁹⁾.

ويظهر الجدولين (2) و(3) نتائج تحليل مياه المنظومتين حتى شهر أغسطس 2007 ومن خلال مطالعتها يتضح الآتي:

1- أن جميع التحاليل من الناحية الجرثومية كانت ضمن نطاق الحدود المسموح بها في المواصفات القياسية الليبية والعالمية، مع ملاحظة أن عنصر العدد الكلي للبكتيريا في المياه هو 300 خلية في 100 ملي لتر ماء، وإذا تعدى 500 خلية في 100 ملي لتر ماء، يعني ذلك وجود مصدر تلوث، كما أن التحليل الخامس (الطحالب والفطريات) أُجْرِيَ فقط في الخزانات المفتوحة، ولتفاديها أُقيمت محطات كلورة على طول خطوط شبكة المنظومة كعملية حقن بأنبوب جانبي قبل خزانات التجميع والتوزيع وقبل خط توزيع المياه في محطات الضخ، هذا بالنسبة لمنظومة السرير تازربو، خلافاً لخزانات منظومة الحساونة المغلقة ذات سقف مغطى بمكونات أو طبقات عدة ومزودة بفتحات تهوية⁽¹⁰⁾.

جدول (1)

عدد التحاليل لعينات المياه في الأسبوع من جميع منظومات المشروع العاملة حالياً

أنواع التحاليل	عدد العينات	إجمالي عدد التحاليل**
كيميائية	79	1264
جرثومية	67	268
المجموع	146	2920

المصدر: جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي، "مشروع النهر الصناعي"، تقرير صادر عن جهاز

تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي، 24 سبتمبر 2007، ليبيا، ص 12.

تقييم نوعية مياه منظومة طرابلس

جدول (2)

متوسط نتائج التحاليل الجرثومية لمياه منظومتي السريير/تازربو و الحساونة حتى أغسطس 2007

رقم المؤشر	العنصر (المؤشر) خلية/100 لتر ماء	حقل آبار السريير	حقل آبار تازربو	حقل آبار الحساونة	الحد المسموح به
1	العدد الكلي للبكتيريا	300>100	300<100	50-10	500
2	مجموعة الكوليفورم	0.00	0.00	0.00	3
3	الكوليفورم المقاومة للحرارة	0.00	0.00	0.00	0.00
4	بكتيريا إشيرشيا كولاي	0.00	0.00	0.00	0.00
5	الطحالب والفطريات	0.00	0.00	0.00	0.00

المصدر: جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي، 2007، مصدر سابق، ص 13.

جدول (3)

متوسط نتائج التحاليل الكيميائية لمياه منظومتي السريير/تازربو و الحساونة حتى أغسطس 2007

رقم المؤشر	العنصر	حقول الآبار		
		السريير	تازربو	الحساونة
1	درجة الحرارة/م	30.3	30.9	30.4
2	الرقم الهيدروجيني (PH)	7.59	7.12	7.59
3	التوصيل الكهربائي ميكروسيمنز/سنتيمتر	1412	334	1518
4	مجموع الأملاح الذاتية ملجم/لتر	843	215	988
5	غاز ثاني أكسيد الكربون ملجم/لتر	1.0>	4.0	5.9
6	الأكسجين ملجم/لتر	3.6	4.1	5.4
7	القلوية الكلية ملجم/لتر	209	119	148
8	العسر الكلي ملجم/لتر	250	75	425
9	الكالسيوم ملجم/لتر	56	10	95
10	الماغنسيوم ملجم/لتر	36	12	40
11	الصوديوم ملجم/لتر	187	19	176
12	البوتاسيوم ملجم/لتر	10.3	30	7.3
13	الكربونات ملجم/لتر	0.15	0.02	0.00
14	البيكربونات ملجم/لتر	255	122	148
15	النترات ملجم/لتر	5	1.5	42.5
16	الكبريتات ملجم/لتر	229	20	-
17	جهد الأكسدة والاختزال ملي فولت	-	-	163

(-) غير محدد

المصدر: جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي، 2007، مصدر سابق، ص.ص 13-15.

2- كذلك جميع التحاليل من الناحية الكيميائية كانت ضمن حدود المواصفات القياسية للمياه الليبية والعالمية، وبالتدقيق أكثر في الجدول يلاحظ، أن المواصفات النوعية لمياه حقل تازريو أجود من السرير و الحساونة، ما عدا عنصر غاز ثاني أكسيد الكربون والكربونات، بينما هناك تفاوت كبير في ستة عناصر بمياه حقل الحساونة عن الحقلين الآخرين وهي التوصيل الكهربى ومجموع الأملاح والعسر الكلى والكالسيوم والماغنسيوم والنترات، وهذه العناصر الثلاثة الأخيرة تربطها علاقة طردية بعسر الماء، بينما نوعية مياه حقل السرير تتفاوت عنهما في أربعة عناصر هي، القلوية الكلية والتي لها دلالة على أن الرقم الهيدروجيني ما فوق الرقم (7)، وكذلك عنصر الصوديوم والكربونات والبيكربونات؛ ونظراً لأهميتها للاستعمال البشرى عُولجت بعض مشاكل هذه العناصر كعملية خلط مياه الآبار العالية التركيز مع الأخرى المنخفضة التركيز (كما حدث عند معالجة عنصر النترات مثلاً) كما أُقيمت أبراج تهوية في أنابيب تجميع المياه في حقل الآبار تستعمل فيها مراوح هوائية لطرد غاز ثاني أكسيد الكربون⁽¹¹⁾.

لقد أُوجدت هذه المنظومات لنقل المياه كحل مؤقتة وسريعة لأزمة المياه في وقتها، وعلى أساس مصدرها غير متجدد، ولا تتلقى تغذية وتعتمد على كميات الانسياب الطبيعي من الجنوب إلى الشمال؛ وذلك من خلال الاتصال الهيدروليكي بين الطبقات الحاملة للمياه، فإنه يتوقع حدوث هبوط في مستوى المياه، فحسب دراسة النموذج الرياضى (Pizzi, 1984)، فإن مقدار الهبوط يتراوح ما بين 85 - 100م بعد خمسين سنة، نتيجة الضخ بمعدل 2 مليون م³/اليوم لحقل الحساونة حتى نهاية سنة 2046⁽¹²⁾، وهو ينصب في نفس توقعات (جيومات 1994) لمدة 11 سنة والذي كان في حدود 46 م بينما التوقع الفعلي لسنة 2007 كان 1م فقط مقارنةً بالتوقعات الأخرى، فحقل السرير وتازريو كانت على التوالي 7.0 و 26.5 م وهي أقل مما توقعه نموذج فيسك وبراون أندروت وهي 21.4 و 60 م على التوالي⁽¹³⁾، حسب ما هو وارد في الجدول (4).

تقييم نوعية مياه منظومة طرابلس

جدول (4)

أهم توقعات الهبوط لمنسوب مياه حقول السرير/تازربو و الحساونة حتى أغسطس 2007

الهبوط الفعلي (م) الحالي	معدل الضخ الحالي (م ³ /اليوم)	الهبوط الفعلي المتوقع (م)	توقعات النموذج الرياضي		المدة سنة	معدل الضخ (م ³ /اليوم)	الحقل
			الهبوط (م)	النموذج			
7.0	400.000	17.8	21.4	فيسك 1982	14	1000000	السرير
26.5	500.000	53	60	براون أندروت 1982	5	1000000	تازربو
11	600.000	36.66	45.75	جيومات 1994	11	2000000	الحساونة

المصدر: جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي، 2007، مصدر سابق، ص 16.

■ نوعية مياه منظومة طرابلس:

وصلت مياه منظومة الحساونة إلى خزان سيد السائح يوم 1996/8/28 وفي يوم 1996/1/1 أصبحت منظومة مياه طرابلس تتزود عن طريقه، ومنه تتدفق المياه انسيابياً من تقريعه صلاح الدين إلى محطتي التحكم بالتدفق بطريق المطار والأخرى بعين زاره بقوة ضغط 5 بار إلى شبكات التوزيع للمدينة⁽¹⁴⁾، شكل(1)، ولتقييم نوعية مياهها تم الاعتماد على تحاليل سابقة لمياه الشبكات من سنة 1998 - 2006 وهي الفترة التي بدأ فيها الاهتمام بالاختبارات التحليلية وتوفرها في مختبر طرابلس، وتحليل سنة 2006 هو إجراء تحليلي ضمن الدراسة الميدانية في حينها، والتي تم تجميعها في الجدول (5)، ومن خلال مطالعته يتضح الآتي:

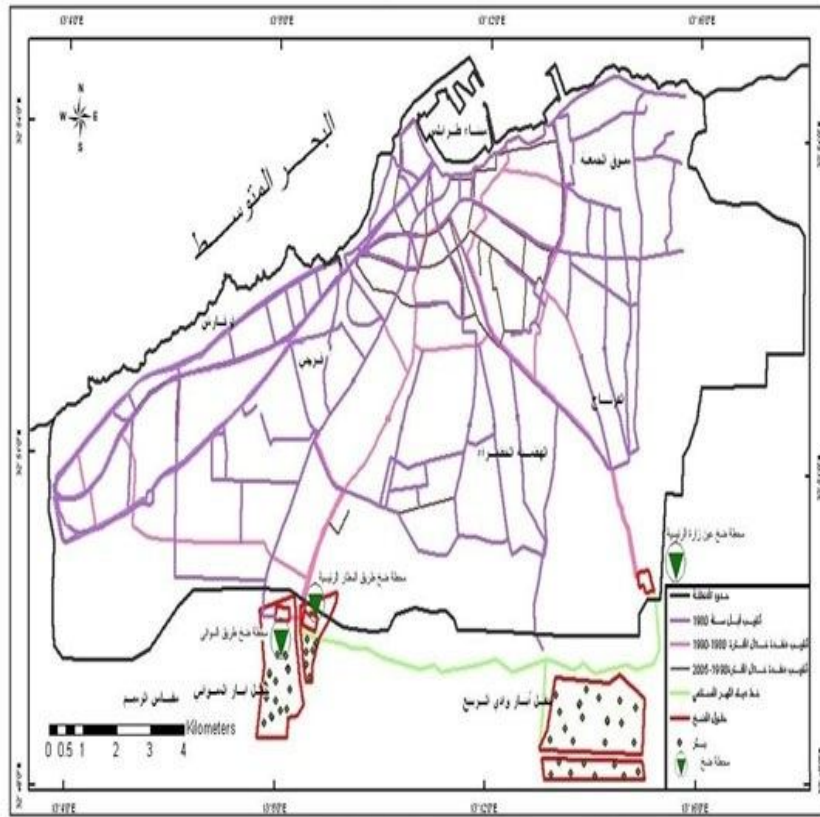
1- يظهر من قراءات جدول تحاليل المياه من سنة 1998 إلى 2006 أن مواصفاتها مقبولة حسب المعايير القياسية بوجه عام.

2- وبزيادة الدّمعن في الجدول يتبين أن هناك تفاوتاً في معدلات تركيز بعض العناصر عن المعايير القياسية الليبية في السنوات الأولى من ضخ المياه من 1996 إلى 1999، ففي سنتي 1998 و 1999 كان التوصيل الكهربائي 1720 و 1940 ميكروسيمنز/سننيمتر وهو فاق 1500 ميكروسيمنز/ سننيمتر كحد أقصى مسموح به حسب تقرير خاص باعتماد النتائج عن قسم مراقبة جودة المياه التابعة لمنظومة الحساونة - سهل الجفارة، وكذلك الكلوريدات 273.5 و 315.3 ملجم/لتر على التوالي الذي فاق 250 ملجم/لتر كحد أقصى، والبيكربونات 225.7 و 259 ملجم/لتر على التوالي وهي أيضاً فاقت 200 ملجم/لتر كحد أقصى، والنترات كان معدل تركيزها

75.3 ملجم/لتر في سنة 1998، وواضح أنه فاق 45 ملجم/لتر كحد أقصى مسموح به في المياه.

شكل (1)

شبكة مياه مدينة طرابلس



المصدر: هدى محمد الطاهر عمران، "التغير في الإمداد المائي بمدينة طرابلس للمدة ما بين 1990-2006 دراسة في جغرافية المياه"، رسالة ماجستير، جامعة السابغ من أبريل، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، الزاوية، ليبيا، 2007، ص 100.

تقييم نوعية مياه منظومة طرابلس

جدول (5)

معدلات تركيز العناصر الكيميائية بمياه منظومة طرابلس للفترة من 1998-

2006

رقم المؤشر	العنصر	السنوات					
		1998	1999	2001	2002 (2)	2004	2005
1	الرقم الهيدروجيني (PH)	7.61	7.37	7.46	7.90	7.52	7.71
2	التوصيل الكهربائي ميكروسيمنز/سننتيمتر	1720	1940	1180	1484 (4)	1660	1852
3	القلوية الكلية ملجم/لتر	180	209	233	-	170	167
4	العسر الكلي ملجم/لتر	416	420	414	390	400	375
5	مجموع الأملاح الذائبة ملجم/لتر	1130	1286	811	950	1110	1190
6	الصوديوم ملجم/لتر	370	8.1	30	152	66	132
7	الكالسيوم ملجم/لتر	113.8	84	119	99	128	95
8	الماغنسيوم ملجم/لتر	72.5	80.64	76	35	65.2	97
9	الكوريدات ملجم/لتر	273.5	315.3	207	234	883.6	301
10	الكبريتات ملجم/لتر	184.8	140	117	214	230	228
11	البكربونات ملجم/لتر	225.7	259	166	168	195	293
12	الحديد ملجم/لتر	-	-	-	-	-	-
13	البوتاسيوم ملجم/لتر	7.3	1.5	0.5	8	3.4	8
14	النترات ملجم/لتر	75.3	-	-	13	-	48
15	العكارة (NTU) وحدة	-	-	3.9	-	3.2	0.6

(-) غير محدد

المصدر: إعداد الباحثة استناداً إلى:

1. المختبر المركزي لتحليل المياه، طرابلس، 2006/11/20.
2. الهادي خليفة علي، أمال رمضان السائح، "مياه الشرب من الحساونة إلى طرابلس - نوعية المياه وأثرها على الاستعمالات المختلفة"، الهيئة العامة للمياه،

الإدارة العامة للتخطيط والمتابعة والإحصاء، جنزور، ليبيا، 2002، ص 18، 25، 26.

3. إجراء من قبل الباحثة 7 و 2006/11/11 بواسطة مختبر المركز النوعي لمصفاة الزاوية 7-2006/11/13 والمختبر المركزي لتحليل المياه بالزاوية، 2006/11/14.

4. من حساب الباحثة، باستخدام معادلة استخراج مجموع الأملاح الذائبة=التوصيل الكهربائي(ملي موز/سم)×460، وتحويله إلى ميكروسيمنز / سم = ملي موز/ سم×1000، عن المختبر المركزي لتحليل المياه، طرابلس، 2006/11/20.

5. بينما في سنتي 2001 و2002 يبدو جلياً أن معدلات تركيز العناصر ضمن المعدلات القصوى المسموح بها في مياه الشرب.

6. أما في سنة 2004 وما بعدها فيظهر التفاوت واضحاً في معدلات تركيز بعض العناصر، حيث فاقت معدلات تركيز التوصيل الكهربائي والأملاح الذائبة في السنوات 2004 و2005 و2006 حده الأقصى لكل منهما فكانت 1660 و1852 و1785 ميكروسيمنز/ سنتيمتر على التوالي و1110 و1190 و1143 ملجم/ لتر على التوالي عن 1000 ملجم/ لتر كحد أقصى، كما فاقت معدلات تركيز الكلوريدات 8836 و301 و334 ملجم/لتر عن 250 ملجم/لتر كحد أقصى، وهذا التركيز للإيونات السالبة يدل على وجود علاقة عكسية بالإيونات الموجبة للكالسيوم، بينما ارتفع معدل تركيز النترات في سنة 2005 عن 45 ملجم/لتر إلى 48 ملجم/لتر، وفي سنة 2006 فاق معدل تركيز الحديد الحد الأقصى وهو 0.3 ملجم /لتر فوصل إلى 0.10 ملجم /لتر.

7. أما من ناحية التحاليل الجرثومية فيبدو أنها مقبولة خصوصاً مع عملية حقن المياه بالكلور على طول شبكة المنظومة من المصدر إلى التوزيع، كما أنها ضمن الاختبارات الجرثومية والطعم والرائحة تعتبر مقبولة ونقية وفق المعدلات المسموح بها، حسب تقرير خاص باعتماد النتائج عن قسم مراقبة جودة المياه التابعة لشركة المياه والصرف الصحي⁽¹⁵⁾.

وبناءً على ما سبق عرضه في البيانات المتعلقة بنتائج التحاليل حتى أغسطس 2007، وما تمّ استخلاصه عن نوعية المياه بمنظومتي السرير/تازربو و الحساونة ومنظومة طرابلس، يتّضح أن هناك تفاوتاً في معدلات تركيز العناصر الكيميائية بين المنظومات (المصدر والإمداد) من

تقييم نوعية مياه منظومة طرابلس

ناحية ومع المعايير القياسية من ناحية أخرى، ويبرز ذلك جلياً في الجدول (6) ومن الشكل (2)، ومن خلالهما يتضح الآتي:

جدول (6)

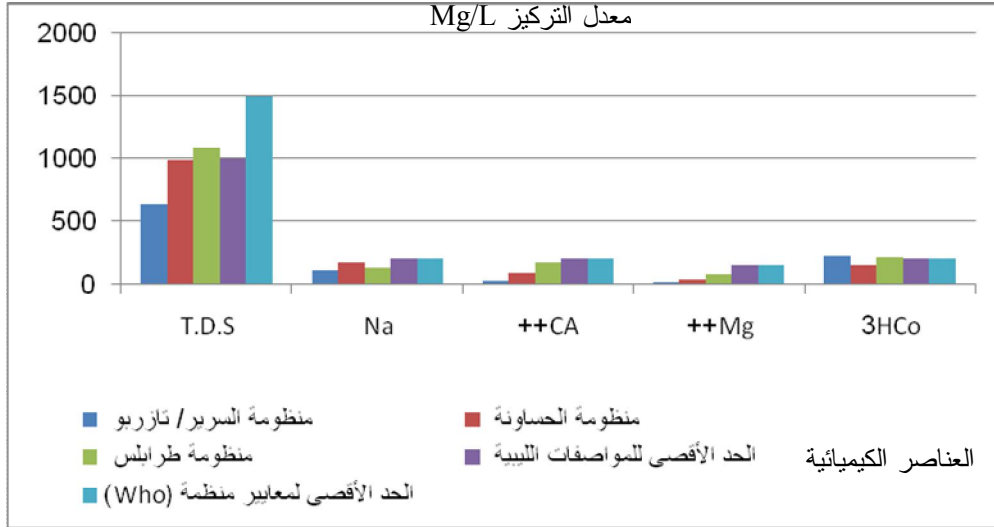
معدلات تركيز العناصر الكيميائية بمياه منظومات السرير/ تازربو و

الحساونة - طرابلس - (ملجم/لتر) حتى أغسطس 2007

المواصفات القياسية لمياه الشرب (ملجم /لتر)		المنظومة			العنصر (ملجم/لتر)	رقم المؤشر
منظمة الصحة العالمية (WHO)	الليبية	طرابلس	الحساونة	السرير/ تازربو		
1500-500	1000-500	1088	988	631	الأملاح الذائبة T.D.S	1
200 -	200-20	133	176	112	الصوديوم Na	2
200-75	200-75	171	95	28	الكالسيوم CA ⁺⁺	3
150-5	150-30	78	40	23	الماغنسيوم Mg ⁺⁺	4
200 -	200 -	211	148	228	البكربونات Hco3	5

المصدر: إعداد الباحثة، استناداً إلى جدولي (3) و(5).

شكل (2) معدلات تركيز العناصر الكيميائية بمياه منظومات السرير/تازربو والحساونة - طرابلس - (ملجم/لتر) حتى أغسطس 2007



المصدر: عمل الباحثة، اعتماداً على الجدول (6).

- 1- أن معدلات تركيز العناصر الكيميائية لمياه شرب المنظومات كانت ضمن معايير منظمة الصحة العالمية ما عدا عنصر البيكربونات والذي فاق معـدـل تركيزه وهو 228 و 211 ملجم/لتر في منظومتي السرير و طرابلس على التوالي، الحد الأقصى المسموح به وهو 200 ملجم/لتر.
- 2- بمقارنة معدلات تركيز العناصر بين منظومتي السرير/تازربو و الحساونة، تبدو أن الأولى أقل بكثير من الثانية ما عدا في تركيز عنصر البيكربونات والذي أيضاً يفوق المواصفات القياسية الليبية والعالمية.
- 3- أما بمقارنة معدلات تركيز العناصر بين منظومة طرابلس ومنظومة الحساونة التي تعد مصدر إمدادها، فتظهر في الأولى أكثر بكثير من الثانية حتى أنها قد تفوق المعدل الأقصى المسموح به في المعايير الليبية، ما عدا في تركيز عنصر الصوديوم وهو في الاثنين أقل من 200 ملجم /لتر كحد أقصى مسموح به لمياه الشرب.

تقييم نوعية مياه منظومة طرابلس

ويمكن تفسير التفاوت السابق ذكره في معدلات تركيز العناصر بين المنظومات إلى الآتي:

1- بالنسبة إلى منظمتي نقل المياه (السرير/ تازربو) و الحساونة، تُعد مياهها من ناحية الجودة مقبولة فأغلب معدلات تركيز العناصر ضمن المواصفات الليبية والعالمية، رغم أنه من خلال ما سبق يظهر ارتفاع معدل تركيز عنصر البيكربونات إلى 228 ملجم/لتر في منظومة السرير/تازربو عن ما في منظومة الحساونة (148 ملجم/لتر) وعن 200 ملجم/لتر كحد أقصى مسموح به، وهذا ليس بغريب إذا علم أن حقيقة متوسط تركيزه في المياه الطبيعية هي 500 ملجم/لتر، وأهم مصادره هي الحجر الجيري وبالتالي فإن التكوينات الحاملة للمياه في حوض السرير/ تازربو، كما ورد في ورقة (سليمان صالح الباروني) ⁽¹⁶⁾ الموسومة بـ"الهبوط في منسوب المياه الناتج عن الاستغلال الجائر للمياه الجوفية في ليبيا" هي حجر رملي مع تداخلات من الحجر الجيري (ميوسيني و أوليجوسيني) بينما في حوض مرزق هي من الحجر الرملي السميك الواسع الانتشار (طباشيري سفلي - ترياسي "نوبي" والبالوزوي)، ونوعية مياهه جيدة تتراوح ملوحتها من 200 إلى 1500 ملجم/لتر، وفي هذا الخصوص أفاد المهندس (محمد الحجاجي) ⁽¹⁷⁾ في مقابلة شخصية، أن آبار منظومة الحساونة حُفرت بأعماق تتراوح ما بين 400 إلى 600 متر، ضمن الخزان الجوفي الكمبري الأردوفيشي غير الحبيس لتكوين الحساونة، وبالتالي كما يُذكر عن تقرير جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي 2007 ⁽¹⁸⁾ فإن حتى معدل الهبوط حسب النموذج الرياضي سيكون محدوداً سواء بمعدل الضخ الحالي أو المستقبلي، بينما تكرر من جهة أخرى (إمحمد نصر بلعيد) ⁽¹⁹⁾ في ورقته "الموارد المائية المتاحة بالجمهورية" أن منطقة السرير تمتد من شمال تازربو إلى جنوب الجبل الأخضر وتمتد غرباً لتشمل شرق سرت وأن هناك تناقض ملحوظ في سمك الحجر الرملي النوبي في جنوب المنطقة في اتجاه الشمال حيث يعلو الرسوبيات التي تتغير تدريجياً شمال خط جالو- مراده إلى صخور كربونات بحرية ضحلة وبهذه المنطقة يوجد مستودع مياه ضخ ذات نوعية جيدة تتراوح ملوحتها ما بين 200 إلى 1500 ملجم/لتر في وسط الحوض والتي تتغير إلى مياه مالحة في اتجاه الشمال بمجرد مرورها في صخور المتبخرات الموجودة في هذه المناطق خصوصاً شمال واحة أوجله.

2- أما ما يتعلق بمنظومة الحساونة طرابلس فهي أيضاً تُعد مياهها من ناحية الجودة مقبولة، وأن معدلات تركيز العناصر ضمن المواصفات العالمية، غير أن هناك تفاوتاً في معدل تركيز الأملاح الذائبة و البيكربونات في منظومة الإمداد طرابلس وهي 1088 ملجم/لتر و 211 ملجم/لتر عن 1000 و 200 ملجم/لتر كحد أقصى مسموح به في المعايير الليبية على التوالي هذا من ناحية، والأمر الآخر أن تركيزهما أيضاً يفوق تركيزها في منظومة المصدر (الحساونة) فكانا 908 و 148 ملجم/لتر على التوالي، فإذا ما رُجع إلى ما نُكر في تقرير جهاز تنفيذ وإدارة المشروع 2007⁽²⁰⁾، وهذا نقلاً حرفياً عن جودة المياه ما فاده "تتميز مياه المشروع بأنها مياه جوفية وإن حدوث تلوث بها أمر بعيد الاحتمال، إلا أنه يتم إتباع الطرق المنصوص عليها بالمواصفات القياسية لمياه الشرب المعتمدة على المستوى المحلي وكذلك المواصفات القياسية الموصى بها عن طريق منظمة الصحة العالمية (Who) وبشكل دقيق وخلال مدار الساعة عن طريق خطط مدروسة"، يعني ذلك أن مياه الآبار التي تم حفرها ذات تركيزات متفاوتة وغير منتظمة في عناصرها وأن التقنيات العالية المستخدمة وعمليات خلط مياهها تؤدي إلى تفاوت تركيزها بالارتفاع أو الانخفاض من حين لآخر، وإذا ما رُكز على فقرة خطط مدروسة فيما سبق ذكره، ففي هذه الحالة نُكر المهندس (محمد الحجاجي)⁽²¹⁾ في مقابلة شخصية، أن منظومة الحساونة باعتبارها كمصدر مهم لمياه الشرب فقد أُضيف على مياهها معالجات عدة غاية في الدقة والخطورة كعلاج تركيز النترات وهي معروفة العدد والمكان، والقيام بالتحليل بشكل دوري وكذلك علاج تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون عن طريق إقامة أبراج تهوية في أنابيب تجميع المياه في حقل الآبار تستعمل فيها مراوح هوائية لطرد الغاز، كما زُودت الخزانات المغلقة بفتحات تهوية للتخلص من غازات الأبخرة، ويؤكد ذلك ما ذكره (سالم محمد حمزة)⁽²²⁾ في ورقته "النترات و النتريت في مياه آبار حقل الحساونة - طرابلس"، حيث استنتج من تحاليه "وجود بعض الآبار التي تحتوي على كمية من النترات تفوق المعدل المسموح به وهو 10 ملجم/لتر نترات- نيتروجين...، أما بقية الآبار فتحتوي على كمية من النترات تحت المعدل المسموح به أو قريب منه، وأن نتيجة التحليل أظهرت أن كمية النترات و النتريت التي تحتويها مياه آبار حقل الحساونة عند خط التجميع والواصلة إلى خزان القره بوللي تعتبر تحت المعدل المسموح به، وهي من هذه الناحية

تقييم نوعية مياه منظومة طرابلس

صالحة للاستعمال الأدمي والحيواني، إلا أن هذا لا يمنع من الاحتياط في استعمالها من قبل الأطفال الرضع خاصةً تحت سن ستة أشهر لأنه يُكوّن مركباً من الهيموجلوبين أقل كفاءة في نقل الأكسجين مسبباً مرضاً يُعرف بمرض زُرقة الأطفال الذي يؤثر على التنفس ممّا يؤدي إلى وفاة الأطفال الرضع ونفوق الحيوانات الصغيرة"، كما فسّر (الهادي خليفة علي و أمال رمضان السائح) (23) في ورقتهما المشتركة الموسومة بـ"مياه الشرب من الحساونة إلى طرابلس- نوعية المياه وأثرها على الاستعمالات المختلفة"، الهبوط الحاد في متوسط تركيز النترات في 2002 في الآبار (47.5 ملجم/لتر) ومياه شرب المدينة (12.75 ملجم/لتر) إلى عملية خلط الآبار الكبيرة النسب مع قليلة و رَجَّحاً احتمالية نقصها داخل الأنابيب الخرسانية أو تفاعلها مع الهواء الجوي، كما أشارا إلى أن احتمالية حدوث تلوث وتملح راجع إلى عدم وجود طبقات من الطين تعمل كحاجز لمياه الخزان السطحي ويمنعان التسرب إلى مياه الخزان الجوفي العميق فهو يعتبر خزان شبه حبيس ممّا يُسبب في تسرب المياه رأسياً خاصةً بوجود تشققات بطبقات الحجر الرملي المكوّن للخزان الجوفي (الكامبري- أورد فيشي) وعليه يُفسّر ارتفاع تركيز الأملاح كالبيكربونات والكبريتات والصوديوم والكالسيوم والماغنسيوم والنتيجة ارتفاع درجتي عسر المياه والقاعدية عن طريق التبخر بالطبقات العليا، وهذا يُفسر بدوره نوعية المياه من ناحية وعدم انتظام التركيز وتباينه بدرجة ملحوظة، كما أن ارتفاع نسبة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون والأكسجين عامل مساعد على استخلاص المعادن من الصخور مع وجود الحرارة والضغط حيث تتكون الكربونات التي تتحول إلى بيكربونات في وجود المياه.

ورغم كل عمليات الخلط والمتابعة والمعالجات التي تتم في منظومة الحساونة إلا أن هناك تفاوتاً وعدم انتظام في تركيز بعض العناصر كالأملح الذائبة والبيكربونات، ويمكن أن يلعب قدم شبكة طرابلس في بعض المناطق خاصةً وسط المدينة التي يزيد عمر شبكتها عن 50 سنة دوراً في ذلك، حيث تبث أن معدل تركيز الحديد 0.10 ملجم/لتر، وإن الاستعمال لتلك الشبكات قليلاً، ممّا يجعل معدل الحديد فيها مرتفع، بالإضافة إلى مشكلات التآكل التي تحدث في الأنابيب ومن ضمن ما توصل إليه (طارق سالم الصادق) (24) في ورقته الموسومة بـ"ظاهرة التآكل في الأنابيب الصاعدة للآبار وشبكات المياه"

بهذا الخصوص إلى أن وجود تداخل بين خطوط الأنابيب مع خطوط الخدمات الأخرى يؤدي إلى الإسراع في ظاهرة تآكل الأنابيب مع احتمالية تلوث المياه بسببها، كما أن عملية تآكلية المياه مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بتركيز العناصر الذائبة فيها مثل الأملاح والغازات بالإضافة إلى درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني ومعادن الأنابيب والأوساط البيئية المحيطة بها كالتربة، فهناك أوساط داخل التربة قد تؤدي إلى سرعة ظهور التآكل كارتفاع نسبة الأملاح التي تؤدي إلى ارتفاع خاصية التوصيل الكهربائي كما حدث في انفجار إحدى خطوط الأنابيب في منطقة الكرامة بحي الأندلس رغم أنه تمّ تغييرها مؤخراً، أضف إلى ذلك مشاكل صمامات التحكم بسبب الترسبات، وفي إشارة أخرى تُرجّح ما سبق إلى أن المناطق التي لم يصلها مياه منظومة الحساونة كما جاء عن (محمد الحميدي) في مقابلة شخصية⁽²⁵⁾ نتيجة لارتفاعها عن مستوى مواقع ضخ مياه الشبكة الرئيسية أو لضعف الضغط وقدم الشبكات فتتزوّد من آبار عميقة نسبياً بلغت 30 بئراً من آبار التقاسيم بإنتاجية تُقدر بـ 590 م³/اليوم مربوطة بشبكات المناطق الموجودة بها مباشرة في دائرة مغلقة عن الشبكة الرئيسية، مورّعة في كل من، سيدي سليم والهضبة الخضراء والفلاح في منطقة أبو سليم وأبوعرة الفلاح والهيشة وقرجي والدريري في منطقة حي الأندلس وفي منطقتي طرابلس المركز وسوق الجمعة، والراية الخضراء والحي الدبلوماسي وباب الفرنج في منطقة عين زارة، ورغم قرب باب الفرنج من محطة عين زارة الرئيسية إلا أنها تعتمد على ثمانية آبار في تزويد سكانها بالمياه في دائرة مغلقة، معنى ذلك إن شبكة الإمداد يمكن أن تساهم في ارتفاع وانخفاض الأملاح الذائبة خاصة مع ارتفاع الحرارة والضغط ووجود الغازات.

يُستخلص من خلال ما سبق عرضة، أن معدلات تركيز عناصر المياه في منظومة الحساونة - طرابلس غير منتظمة ومتفاوتة من حين لآخر، كما يظهر جلياً من تحاليل المياه حتى أغسطس 2007، حيث أن نتائجها تعطي صورة واضحة عن نوعية مياهها ومن خلال تفسيرها تمّ الوصول إلى النتائج الآتية:

1- أن مياه حقول الآبار مياه جوفية غنية بالأملاح ويرتبط تنوع وعدم انتظام تركيزها إلى تأثير المياه بتكوينات الطبقات الجيولوجية الحاملة لها وهي صخور الحجر الرملي والحجر الجيري والجبس بمنطقة حقول الآبار، وأن احتمالية

تقييم نوعية مياه منظومة طرابلس

تلوثها وتملحها بعيد الاحتمال، إلا في حالة كونها خزان شبة حبيس ووجود النشاط الزراعي والبشري في المنطقة.

2- تعتبر نوعية مياه منظومة طرابلس مقبولة ضمن المعايير العالمية لمياه الشرب إلا أن تفاوت تركيز العناصر الكيميائية سيستمر بشكل غير منظم في السنوات القادمة، و زد على ذلك احتمالات التلوث واردة خاصة مع نشاط ظاهرة التلوث وقدم الشبكة وملحقاتها في بعض المناطق وحقيقة مصدر الإمداد، وهذا سيزيد في نسبة الأسر التي لا تشرب من مياه الشبكة عن (73%) حسب نتائج الدراسة الميدانية 11/20 - 2006/12/30.

3- هناك تنوع في مصادر الإمداد المائي بطرابلس من مياه نقل من خارج المنطقة إلى مياه التقاسيم ومياه نقل من داخل المنطقة المتمثلة في حقلي وادي الربيع- عين زارة والسواني- طريق المطار، بالإضافة إلى محطات التحلية الصغيرة والكبيرة التابعة لجهات عامة وخاصة.

وبناءً على ما تمّ استنتاجه عن نوعية مياه الحساونة- طرابلس، يُوصى بالآتي:

1- العمل بشكلٍ دوري على متابعة ومراقبة الخزانات الجوفية مصدر مياه المنظومة من ناحية الهبوط في مستوى الماء الجوفي، وجودة المياه من ناحية أخرى خاصة في المناطق المستغلة حالياً، كما يُوصى بالتحليل الدوري لمياه شبكة التوزيع والحرص على حقن المياه بالكلور عند الحد المسموح به للكلور المتبقي من 0.2 - 0.5 ملجم/لتر حفاظاً على جودة المياه التي هي أساس صحة الإنسان وسر حياته.

2- العمل على تنمية مصادر المياه وتنوعها كحماية حقول آبار طريق السواني ووادي الربيع وإقامة محطات تنقية وتحلية؛ لأن تنوعها يُفيد في بعض الأزمات الطارئة في حالة توقف منظومة الحساونة، ويمكن أخذ عملية التحلية في السعودية، وهي أكبر دول العالم إنتاجاً للمياه العذبة من مياه البحر المالحة بمعدل يصل إلى 1000 مليون م³/السنة ومشكلة نقصها في جدة في 2005/6/20 واشتدت الأزمة وتوقفت لمدة 3 أيام؛ بسبب عطل تقني فيها في شهر 2006/5، وكان الحل المقترح إما بإيجاد أودية جديدة أو بزيادة سعة المحطة والذي نجم عنها استغلال بطاقات الحجز والتجارة فيها وجعل الناس يتكثرون لذلك، صدر ذلك عن قناة mbc الفضائية في

هدى محمد عمران

شهر 5/2006، ويمكن الاستفادة من تجارب هذه الدول والاستعانة بالقدرات البشرية لديها.

تقييم نوعية مياه منظومة طرابلس

الهوامش:

- (1) سورة المُلْك- الآية(30).
- * محمد زيده، "مبادئ التنمية المستدامة"، مجلة البيئة، إصدارات الهيئة العامة للبيئة، السنة الرابعة، العدد23، طرابلس، ليبيا، 2004، ص40
- ** جعفر صاحب، "الأمن المائي"، صحيفة الجامعة، صحيفة شهرية شاملة تصدر عن مكتب الإعلام بجامعة السابع من أبريل، السنة الخامسة، العدد 36، الزاوية، ليبيا، مارس2010، ص7.
- (2) جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي، "مشروع النهر الصناعي"، تقرير صادر عن جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي، 24 سبتمبر 2007، ليبيا، ص ص 7-20.
- (3) محمد عون شنة، "أضخم مشروع للري باستخدام المياه الجوفية المنقولة"، مجلة الهندسي، حي الأندلس، مطابع الثورة العربية، طرابلس، ليبيا، العددان 36-37، 1997، ص30.
- (4) جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي، "مشروع النهر الصناعي"، مطابع الثورة، بنغازي، ليبيا، 2005، ص ص 9-11.
- (5) عبد السلام الجحاوي، "تقرير عن المخطط المائي بمشروع النهر الصناعي"، جهاز استثمار مياه منظومة (جبل الحساونة- الجفارة) للنهر الصناعي، المكتبة، طرابلس، ليبيا، 1997، ص ص 13، 15.
- (6) سليمان صالح الباروني "الهبوط في منسوب المياه الناتج عن الاستغلال الجائر للمياه الجوفية في ليبيا"، الهيئة العامة للمياه، مركز الوثائق، ورشة العمل الوطنية الأولى حول إدارة الموارد المائية، طرابلس، ليبيا، 2003، ص14.
- (7) إ محمد نصر بلعيد، "الموارد المائية المتاحة بالجمهورية"، الهيئة العامة للمياه، مركز الوثائق، ورشة العمل الوطنية الأولى حول إدارة الموارد المائية، طرابلس، ليبيا، 2003، ص26.
- (8) جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي (الحساونة - الجفارة) قسم التحكم والمعلومات، مكتب إدارة الصيانة، قصر بن غشير، ليبيا، 6 و8/23، 2006/9/10.
- (9) جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي، 2007، مصدر سابق، ص ص 11، 12.

- (10) محمد الحجاجي، وآخرون، مهندسون في مكتب إدارة الصيانة، قسم التحكم والمعلومات، جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي(الحساونة-سهل الجفارة)، مقابلة شخصية، قصر بن غشير، 2006/8/23.
**علماء بأن متوسط عدد التحليل الكيميائي لكل عينة 16 تحليلاً والجرثومية لكل عينة 4 تحاليل.
- (11) محمد الحجاجي، وآخرون، مصدر سابق، مقابلة شخصية.
- (12) إمام نصر بلعيد، مصدر سابق، ص.ص 5-10.
- (13) جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي، 2007، مصدر سابق، ص.ص 16-18.
- (14) عبد الرؤوف عيسى الورفلي، مشرف غرفة التحكم بطريق المطار، قسم التشغيل والصيانة، جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي(الحساونة-الجفارة)، مقابلة شخصية، طرابلس، 2006/7/9.
- (15) محمد الشيباني، وآخرون، فنيون في وحدة الكلورة، قسم مراقبة جودة المياه، شركة طرابلس للمياه والصرف الصحي، مقابلة شخصية، طرابلس، 2006/11/9.
- (16) سليمان صالح الباروني، مصدر سابق، ص.3.
- (17) محمد الحجاجي، وآخرون، مصدر سابق، مقابلة شخصية.
- (18) جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي، 2007، مصدر سابق، ص.6.
- (19) إمام نصر بلعيد، مصدر سابق، ص.26.
- (20) جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي، 2007، مصدر سابق، ص.11.
- (21) محمد الحجاجي، وآخرون، مصدر سابق، مقابلة شخصية.
- (22) سالم محمد حمزة، " النترات والنترت في مياه آبار الحساونة-طرابلس"، الهيئة العامة للمياه، مركز الوثائق، جنزور، ليبيا، 1997، ص.ص 1-5.
- (23) الهادي خليفة علي، أمال رمضان السائح، " مياه الشرب من الحساونة إلى طرابلس- نوعية المياه وأثرها على الاستعمالات المختلفة، الهيئة العامة للمياه، الإدارة العامة للتخطيط والمتابعة والإحصاء، جنزور، ليبيا، 2002، ص.ص 20-28.
- (24) طارق سالم الصادق، " ظاهرة التآكل في الأنابيب الصاعدة للآبار وشبكات المياه"، اللجنة الشعبية العامة لمرافق بلدية طرابلس، مكتب

تقييم نوعية مياه منظومة طرابلس

الدراسات والتصميم الحضري، ندوة علمية حول مياه الشرب، طرابلس، ليبيا، 12-14 / 1990/3، ص.ص 6-20.
(25) محمد الحميدي، مدير إدارة المياه، شركة طرابلس للمياه والصرف الصحي، مقابلة شخصية، طرابلس، 2006/7/15.