تقييم فواقد المياه في شبكة مياه بانياس باستخدام برمجية Water Audit

د. عباس عبد الرحمن *

جميلة سلمان**

(تاريخ الإيداع 2 / 6 / 2020. قُبِل للنشر في 23/ 2 / 2021)

□ ملخّص □

تتعرض موارد المياه لضغوط متزايدة، وخصوصاً خلال السنوات الأخيرة لأسباب عديدة، منها تغير المناخ، زيادة عدد السكان، والتنمية الاقتصادية. وفي الوقت نفسه هناك ارتفاع كبير لفواقد المياه"Water losses" في الشبكات، وبحسب دراسة البنك العالمي 2006 فإن حوالي 32 مليار متر مكعب هي فواقد وتسربات"leakage"، بينما 16 مليار متر مكعب فقط تصل إلى المستهلك. لذلك وقبل البحث عن بدائل جديدة للتزويد بالمياه، من الأجدر البحث في تقليل الكميات المهدورة من المياه لاسيما وأن وهناك كميات هائلة تهدر من الشبكات.

يتناول البحث مشكلة فواقد المياه وتحديد كميتها، باعتبارها تشكل أهم التحديات التي تتعرض لها مؤسسات المياه، ومن أجل تحقيق ذلك فقد تم قياس كمية المياه المنتجة "produced water" في مدينة بانياس، بالإضافة إلى جمع البيانات المتعلقة بكمية المياه المستهلكة "consumed water" والمخالفات أو ما يسمى الاستهلاك غير المرخص له "Unauthorized Consumption" وذلك لسنة 2018.

توصل البحث إلى تقييم كمية الفواقد "Evaluation of water losses" في مدينة بانياس بالاعتماد على برنامج Water Audit Software، وتحليلها إلى مكوناتها الرئيسية حقيقية وإدارية"Real and Apparent loss"، حيث بلغت نسبة الفواقد الكلية 65%، منها 43% فواقد حقيقية و22% فواقد إدارية.

الكلمات المفتاحية: فواقد المياه، فواقد حقيقية، فواقد إدارية، تسرب، شبكات المياه، Water Audit Software

* أستاذ مساعد– قسم الهندسة المائية والري– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

** طالبة دراسات عليا (دكتوراه) – قسم الهندسة المائية والري– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

Evaluation of Water Losses in Banias Water Network Using Water Audit Software

Dr. AbbasAbdulrahman*
Jamelah Salman**

(Received 2 / 6 / 2020. Accepted 23 / 2 / 2021)

□ ABSTRACT □

Water resources are under increasing demand, especially in recent years, for many reasons including climate change, population growth, and economic development. At the same time, there is a high rate of losses in the water networks, according to the World Bank 2006 study, about 32 billion cubic meters are "leakage", while only 16 billion cubic meters reach the consumer. Therefore, before looking for new alternatives to supply water, it is worth looking at reducing the water losses, especially since there are huge amounts wasted from the networks.

This research deals with the problem of water losses and determines their quantity, as they constitute the most important challenges faced by water companies, In order to achieve this, the amount of produced water "produced" was measured in the city of Banias, in addition to collecting data on the amount of water consumed. "consumed water" and the so-called "unauthorized consumption" for the year 2018.

In conclusion, the research evaluated the amount of water loses in Banias city by relying on the Water Audit Software program, and analyze it to its main components, real and apparent loss, as the total losses reached 65%, of which 43% are real losses and 22 % apparent losses.

Keywords: Water losses, Real losses, Apparent losses, Water supply, Water Audit Software.

* **Associate Professor, Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria. abbasabdelrahman@gmail.com.**

** **Postgraduate Student (PhD), Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. Jamelah.sl00@gmail.com.**

مقدمة:

تستدعي محدودية الموارد المائية اهتماماً أكبر بضرورة حسن إدارتها، وإلا فإنّ التبعات ستكون سيئة على المدى القريب والبعيد، فتلبية الطلب المتزايد على المياه يولد ضغطاً متزايداً على الموارد المتاحة السطحية والجوفية، والتي ستكون بلا شك عرضة للاستنزاف ما لم يتم تعويض أو على أقل تقدير تقليص الفارق بين المطلوب والمتاح، كما أن تأثيرات هذا الضغط لا تتوقف عند البعد الكمي للمسألة، بل تتخطاه لتهدد نوعية محزونات المياه المتاحة بالتدهور نتيجة لعوامل عدة من أهمها تداخل مياه البحر والتلوث.

لذلك من المهم العمل على تقليل الكميات المهدورة من المياه، لاسيما وأن وهناك كميات هائلة تهدر من الشبكات، وتسمى بالمياه غير المرصودة "Unaccounted-For-Water"، والتي تمثل الفرق بين المياه المنتجة والمستهلكة [1]، وهي تكون إما حقيقية أو إدارية، وتبلغ نسبة ضخمة في العديد من البلدان النامية، لذلك فقد وجّه العديد من الباحثين اهتمامهم لدراسة مشكلة الفواقد، ومعرفة أسبابها وتحديد كميتها. [2]

تتألف الفواقد ضمن شبكات المياه بمجملها العام من:

- فواقد حقيقية "Real losses": ويطلق عليها أيضاً اسم الفواقد الفيزيائية "physical losses"، وهي تمثل التسربات من أنابيب الشبكة ووصلاتها. وتعد الفواقد الفيزيائية من أسوأ أنواع الفواقد في الشبكة، لأن المياه تهدر في باطن الأرض على شكل تسربات دون أن يستفيد منها المواطن، ودون أن تستفيد منها الجهة المستثمرة للمشروع. [3]
- فواقد غير فيزيائية (إدارية) "Apparent losses": وهي كمية الماء التي يستفيد منها المواطن، ولكن لا تستفيد من ثمنها الجهة المستثمرة للمشروع، وتشمل (أخطاء تسجيل العدادات المنزلية وتعطلها- التعدي على الشبكة كالوصلات غير الشرعية من قبل المواطنين). [4]

ركّزت بعض الدراسات على دراسة الفواقد الفيزيائية التي تمثل التسربات من خطوط المياه الرئيسية، والوصلات المنزلية [5]، في حين بعضها الآخر وجه اهتمامه نحو دراسة الفواقد الإدارية، والتي تمثل أخطاء العدادات، السرقات وغيرها. [6]

أهمية البحث وأهدافه:

في ظل ندرة الموارد المائية من جهة، والتزايد المستمر في عدد السكان من جهة أخرى، استدعت الحاجة للتفكير باستمرار من أجل البحث عن مصادر للمياه تفي باحتياجات السكان، لذلك فإن هدف هذه الدراسة تحديد كميات المياه المهدورة ضمن شبكة مياه بانياس بالاعتماد على برنامج Water Audit Software، وتحليلها إلى مكوناتها الرئيسية حقيقية وإدارية "Real and Apparent losses".

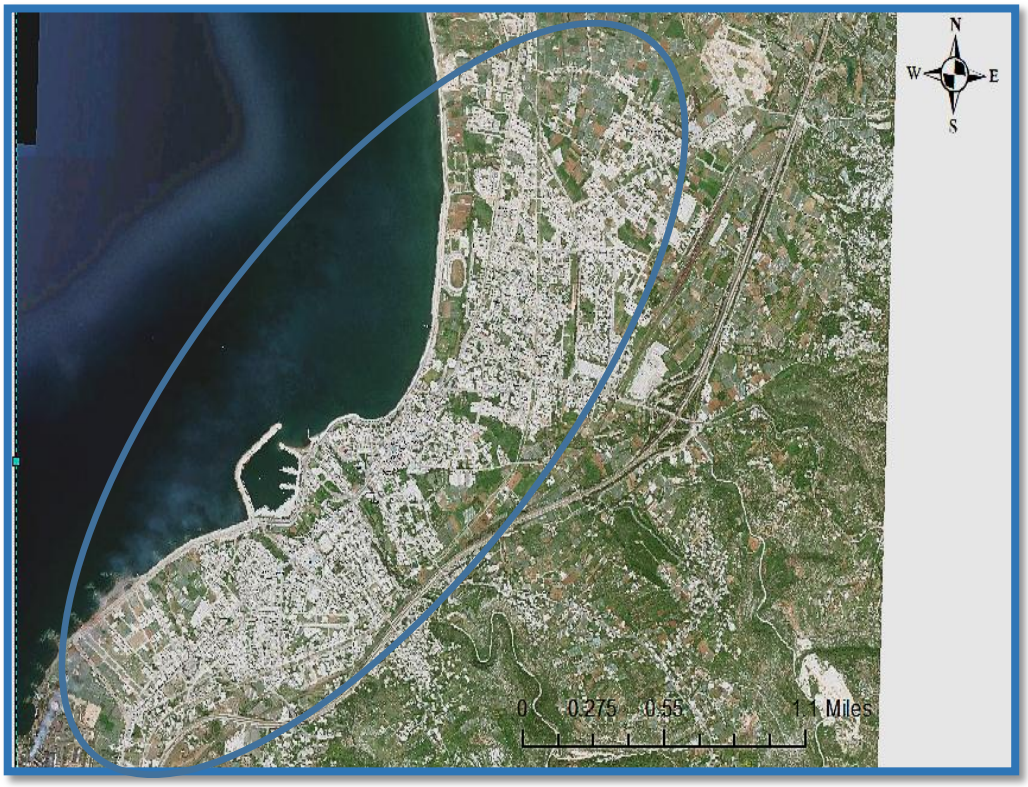
منطقة البحث

سيتم في هذا البحث دراسة شبكة مياه بانياس التي تتغذى من خط السن وذلك عبر:

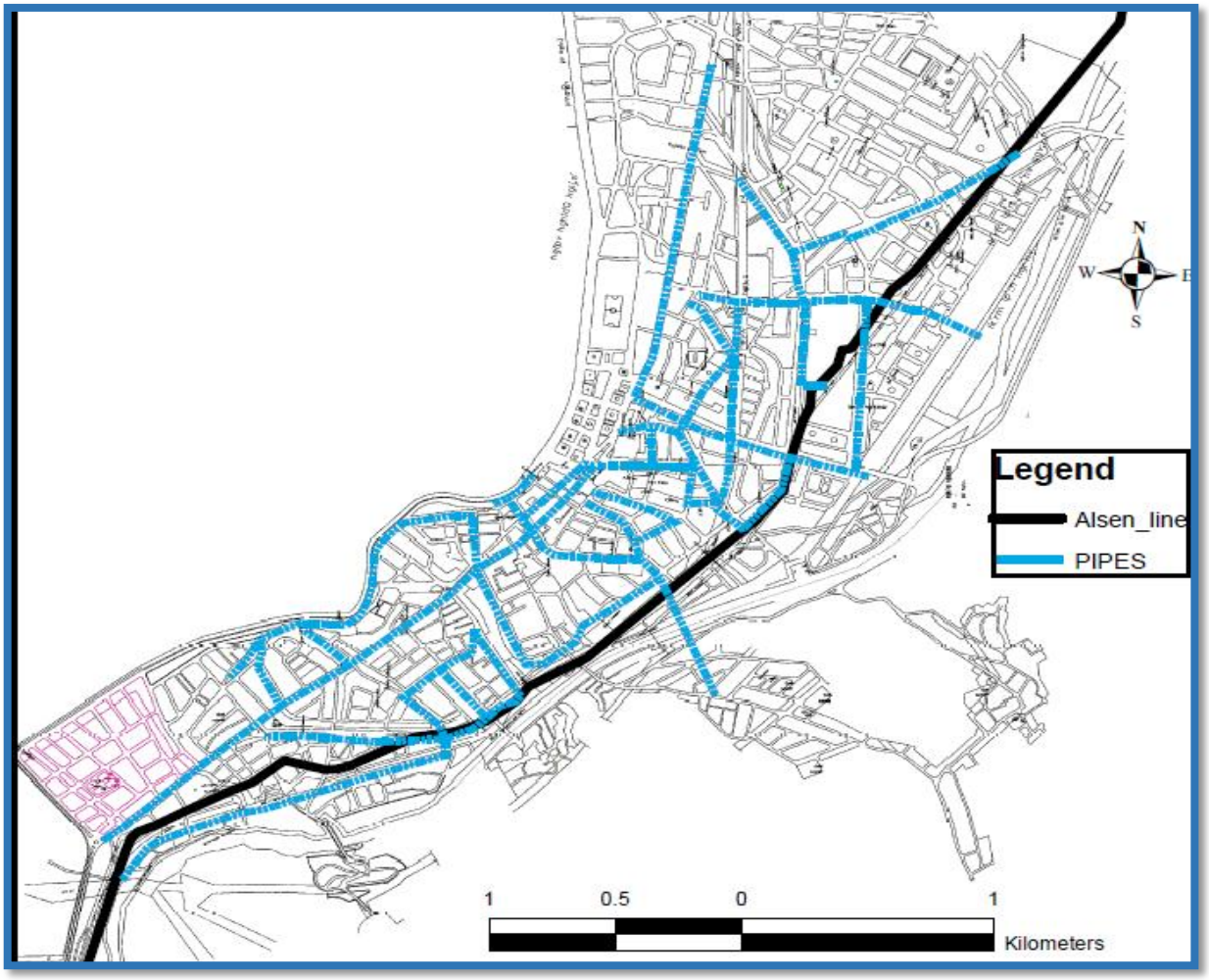
- التفريعات المباشرة.

– خزان القوز الذي تبلغ سعته $5000m^3$.

تتألف الشبكة الرئيسية من أنابيب من الفونت المرن، بطول 27 كم حيث تتراوح أقطارها من 80 إلى 600 ملم، وتم وضعها في الخدمة عام 1994، وأما الشبكة الثانوية فتتألف من أنابيب من البولي إتيلين، كان قد تم وضعها في الخدمة عام 2006، بطول 64 كم وتتراوح أقطارها من 40–125 ملم. هذا وتمتد منطقة الدراسة بين خطي العرض $35^{\circ}09'18"$ و $35^{\circ}13'48"$ شمال خط الاستواء، وبين خطي الطول $35^{\circ}55'3"$ و $35^{\circ}59'6"$ شرق خط غرينتش، الشكل (1)، ويمثل الشكل(2) مخطط تنظيمي مع الشبكة الرئيسية لمدينة بانياس.



الشكل 1. صورة جوية لمنطقة الدراسة.



الشكل 2. مخطط تنظيمي لمدينة بانياس والشبكة الرئيسية.

طرائق البحث ومواده:

مرحلة القياسات الحقلية

– تم إجراء القياسات الحقلية وذلك بالتعاون مع المؤسسة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي في طرطوس على مدى الفترة اللازمة لإجراء القياسات، كما أنها قامت بتقديم أجهزة القياس الضرورية، سواء أجهزة قياس التدفق، أو أجهزة قياس الضغط.

– تم قياس غزارة خط السحب من خزان القوز (خزان بانياس الرئيسي)، والذي يغذي مدينة بانياس، علماً أن هذا الخط هو من الفونت المرن بقطر 600 mm، الشكل (3).

الشكل (3). خزان القوز وخط السحب

–تم قياس غزارات التفريعات المغذية لمدينة بانياس، وذلك باستخدام جهاز ultrasonic من نوع (krohne UFM610P)، والذي يعتمد على مبدأ الأمواج فوق الصوتية، وكانت دقة الجهاز (accuracy<±2% من قيمة القيمة المقاسة) ، حيث يمكن من خلاله قياس الغزارات في الأنابيب حتى قطر 5000 mm، الشكل (4).

الشكل (4). جهاز Ultrasonic

برنامج Water Audit Software

تعتبر فواقد المياه إحدى أهم المشكلات الرئيسية التي تؤثر على مرافق المياه في العالم، وتمثل الفرق بين كمية المياه التي يتم إنتاجها وإدخالها في نظام التوزيع، وتسمى (كمية المياه المنتجة)، وكمية المياه التي يتم تحرير فاتورة بها للمستهلكين وتسمى (كمية المياه المستهلكة).

يطلق على هذا الفرق أيضاً مسمى المياه غير المربحة "None Revenue Water" أو (NRW)، وتعكس المستويات العالية من NRW كميات هائلة من المياه التي يتم فقدانها من خلال التسريبات، أو الاستخدام غير الشرعي للمياه أو كليهما، وهذا بدوره يؤثر بشكل خطير على الجدوى المالية لمرافق المياه من خلال العائدات المفقودة وزيادة تكاليف التشغيل، كما أنه عادةً ما يكون المستوى العالي من NRW دليلاً على الإدارة السيئة لمرافق المياه، وكذلك مؤشراً واضحاً على افتقارها إلى الحكم والاستقلالية والمساءلة والمهارات الفنية والإدارية اللازمة، لتقديم خدمة موثوقة لسكانها. [7]

من كل ما سبق نجد أن عملية التحكم بفواقد المياه وتقييمها تشكلان مصدر قلق كبير لمنتجي المياه في أمريكا الشمالية لمدة 20 عام على الأقل، ولذلك فقد استحدثت الجمعية الأمريكية لأعمال المياه The American Water Works Association (AWWA)، ومنظمة المياه العالمية (IWA) طريقة لمراقبة المياه، والتي من شأنها تعريف وتتبع جميع مكونات المياه منذ استلامها من مصدر إنتاجها، إلى أن يتم استلامها وتقسيمها في نهاية المطاف إلى كميات مع عائد وكميات بدون عائد NRW.[8]

تعتمد هذه الطريقة على مجموعة من المعادلات والتي قدمت على شكل برمجية تسمى Water Audit Software أو جدول الموازنة المائية water balance، وهو برنامج بسيط عبارة عن مجموعة أوراق عمل منفصلة ضمن برنامج Excel، وضعته جمعية المياه العالمية، حيث يمكّن من حساب كمية المياه غير المرصودة في شبكات المياه بجميع مكوناتها ونسبتها، كما يمكننا من خلال Water Audit Software، إجراء عملية الموازنة المائية للشبكة.

إدخال البيانات إلى برنامج Water Audit Software

حتى نتمكن من تحديد الكمية الكلية لفواقد المياه، وكذلك تحليل هذه الفواقد إلى مكوناتها (فواقد حقيقية وإدارية)، يلزم إدخال البيانات التالية:

- كمية المياه المنتجة (Volume from own sources)، وتبلغ في مدينة بانياس: (7446000 m^3/year)
- الاستهلاك المرخص له ويشمل:

- الاستهلاك المقاس والمفوتر (Billed Metered Consumption)، ويمثل كمية المياه المستهلكة وتبلغ (2774706 m^3/year)، ويتم الحصول عليها من سجلات المؤسسة. هذا ويوضح الجدول (1) كمية المستهلكة من الدورة الأولى إلى الدورة السادسة، لعام 2018.

الجدول (1). كمية المياه المستهلكة لعام 2018

كمية المياه المستهلكة لعام 2018						
دورة1	دورة2	دورة3	دورة4	دورة 5	دورة6	المجموع(m^3/year)
403220	415932	415323	420616	417164	402351	2474606

- الاستهلاك المفوتر وغير المقاس (Billed Unmetered):

تحتوي هذه الفئة على مياه لا يتم قياسها، ولكن يتم إصدار فاتورة بها، وقد تشمل عملاء لا يتم قراءة عداداتهم، ولكن يتم فرض رسومًا ثابتة، أو العملاء ذوي الاستخدام المقدر الجدول (2). [9]

الجدول (2). كمية الاستهلاك المفوتر وغير المقاس لعام 2018

كمية الاستهلاك المفوتر وغير المقاس لعام 2018						
دورة1	دورة2	دورة3	دورة4	دورة 5	دورة6	المجموع(m^3/year)
3100	5700	4700	2900	3800	2400	22600

- الاستهلاك المقاس وغير المفوتر (Unbilled Metered):

تشمل هذه الفئة المياه التي يتم قياسها دون إصدار فواتير، مثل المياه التي يتم توفيرها مجانًا للأغراض البلدية (المرافق العامة، الري العام، إلخ) [10]

الجدول (3). كمية المياه المجانية لعام 2018

كمية المياه المجانية لعام 2018						
دورة1	دورة2	دورة3	دورة4	دورة 5	دورة6	المجموع(m^3/year)
50000	50000	27500	50000	50000	50000	277500

- الاستهلاك غير المقاس وغير المفوتر(Unbilled Unmetered):

تشمل هذه الفئة المياه غير المقاسة وغير المفوترة، والتي يتم استخدامها في إطفاء الحرائق، أو تنظيف أنابيب المياه أو المجاري أو تنظيف الشوارع، إلخ. في حال عدم معرفة كميتها، فيتم تقديرها بشكل افتراضي حوالي1.25 % من كمية المياه المنتجة الإجمالية. [11]

- الفواقد الكلية (water losses): وتعرف على أنها الفرق بين كمية المياه المنتجة والاستهلاك المرخص له. [12]

الفواقد الكلية= كمية المياه المنتجة– الاستهلاك المرخص له

- الفواقد الإدارية (Apparent Losses) وتشمل:

✓ الاستهلاك غير المرخص له (Unauthorized Consumption)، والذي يشمل الاستهلاك غير الشرعي للمياه من سرقات ووصلات غير نظامية. [13]

الجدول (4). كمية المياه (المخالفات) لعام 2018

الأشهر	المخالفات وفق نظام الاستثمار			المخالفات وفق الضابطة العدلية		
	عدد المخالفات	قيمة المخالفات	كمية المياه المهدورة m^3	عدد المخالفات	قيمة المخالفات	كمية المياه المهدورة m^3
كانون	6	81000	500	13	325000	1583
شباط	9	85000	600	7	265000	2000
آذار	15	116000	700	8	384000	2800
نيسان	10	75000	500	12	298600	1700
أيار	6	65000	750	4	135000	1000
حزيران	18	432000	3200	6	60000	400

تموز	10	85000	800	4	150000	700
آب	15	150000	900	6	228000	1500
أيلول	12	140000	850	6	125000	800
تشرين	10	110000	900	8	190000	1200
تشرين	5	50000	400	10	204000	1500
كانون	5	75000	500	3	534000	4200
المجموع	121	1464000	10600	87	2898600	19383

تبلغ كمية المياه المهدورة والناجمة عن السرقات والتي تم ضبطها خلال عام 2018 في مدينة بانياس ما يقارب $29983(m^3/year)$.

✓ أخطاء نتيجة عدم دقة عدادات القياس (Customer Metering Inaccuracies)

وهي تمثل كمية المياه المهدورة الناجمة عن أخطاء في قراءة العدادات، أو حتى تعطلها ووفق توصيات جمعية المياه العالمية، يتم احتساب قيمتها كنسبة من مياه التزويد (المياه المنتجة) وهذه القيمة يتم تقديرها بحيث تتراوح بين 0−10%. [10]

✓ أخطاء نتيجة عدم دقة نقل البيانات (Systematic data handling errors Inaccuracies)

وهي تمثل كمية المياه المهدورة الناجمة عن أخطاء يرتكبها قراء العدادات، سواء أثناء عملية أخذ القراءات، أو نقلها وهذه الكمية حسب جمعية المياه العالمية، يتم احتساب قيمتها كنسبة من مياه التزويد (المياه المنتجة) وقيمة هذه النسبة تبلغ 0.25 % [12].

- الفواقد الإدارية (Apparent Losses)

بعد أن قمنا بإدخال البيانات كما في المرحلة السابقة، نستطيع ومن خلال Water Audit الحصول على قيمة الفواقد الإدارية والتي تعطى بالعلاقة:

الفواقد الإدارية= الاستهلاك غير المرخص له+ كمية الفواقد الناجمة عن أخطاء العدادات + الفواقد الناجمة عن أخطاء بشرية في قراءة ونقل البيانات

- الفواقد الحقيقية (Real Losses) [14]

أصبح من الواضح أن الفواقد الحقيقية، هي تلك الناتجة عن التسربات وذلك في أجزاء الشبكة المختلفة، ويمكن ومن خلال Water Audit، الحصول على قيمة لكمية المياه المهدورة الناجمة عن التسربات، وذلك بعد إدخال جميع البيانات السابقة والتي أدت إلى حساب الفواقد الكلية والاستهلاك المرخص له.

تعطى كمية الفواقد الحقيقية والتي يتم الحصول عليها من خلال البرنامج بالعلاقة التالية:

الفواقد الحقيقية= الفواقد الكلية− الفواقد الإدارية

***حساب التسرب بالاعتماد على Minimum Night Flow (MNF):**

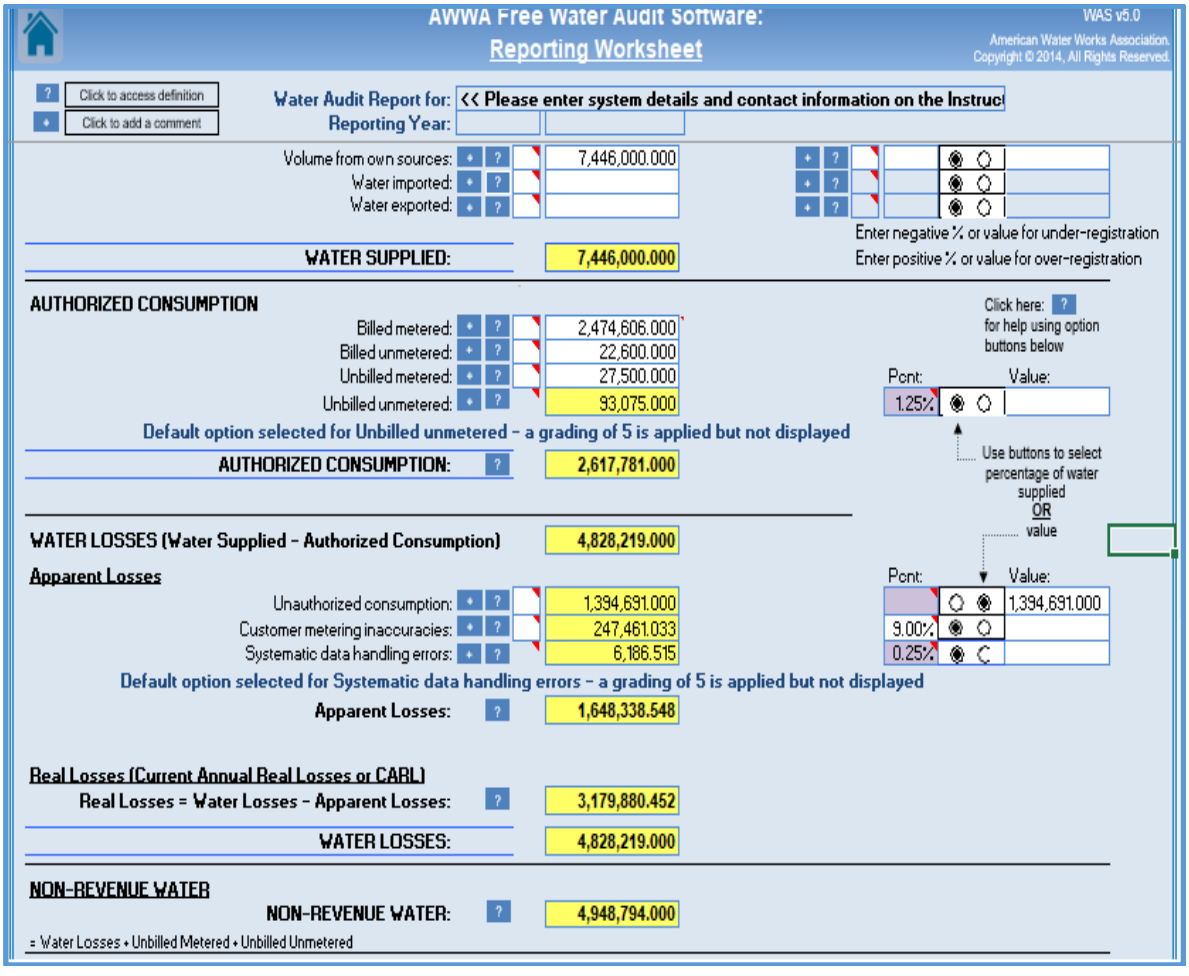
التدفق الليلي الأصغري: هو أخفض تدفق يغذي منطقة قطاعية منفصلة District Metered Area (DMA) خلال الليل، حيث يكون الاستهلاك الليلي أخفض ما يمكن بين (2 و4) صباحاً، وبالتالي الضغط أعلى ما يمكن، أي أن القسم الأكبر من MNF تسرب. [14]

- بالنسبة لشبكة مياه بانياس قمنا بقياس التدفق خلال الليل وكانت أقل قيمة $408\ m^3/h$.

- يرتبط الاستهلاك الليلي بعدد المستهلكين ليلاً ويعتمد على اليوم في الأسبوع، العادات الاجتماعية .....إلخ. وقد أظهرت التجربة في مناطق مختلفة من العالم، أن 6% من السكان يكونون فعالين خلال فترة MNF، حيث يعطى استهلاك للشخص 10لتر/الشخص/الساعة، وتختلف هذه القيمة من منطقة لأخرى [15]، وبطرح الاستهلاك الليلي من التدفق الليلي الأصغري نحصل على معدل التسرب الليلي.
- عدد سكان بانياس الفعالين خلال الليل=0.06*75000=4500 نسمة
- الاستهلاك الليلي =0.01*4500=45 m^3/h.
- معدل التسرب= التدفق الليلي الأصغري– الاستهلاك الليلي الأصغري
- معدل التسرب= 408 −45 =363m^3/h= 363*24*365 =3179880(m^3/year) .

قمنا بإدخال البيانات السابقة إلى برنامج Water Audit، كما يبين الشكل (5)، وهي:

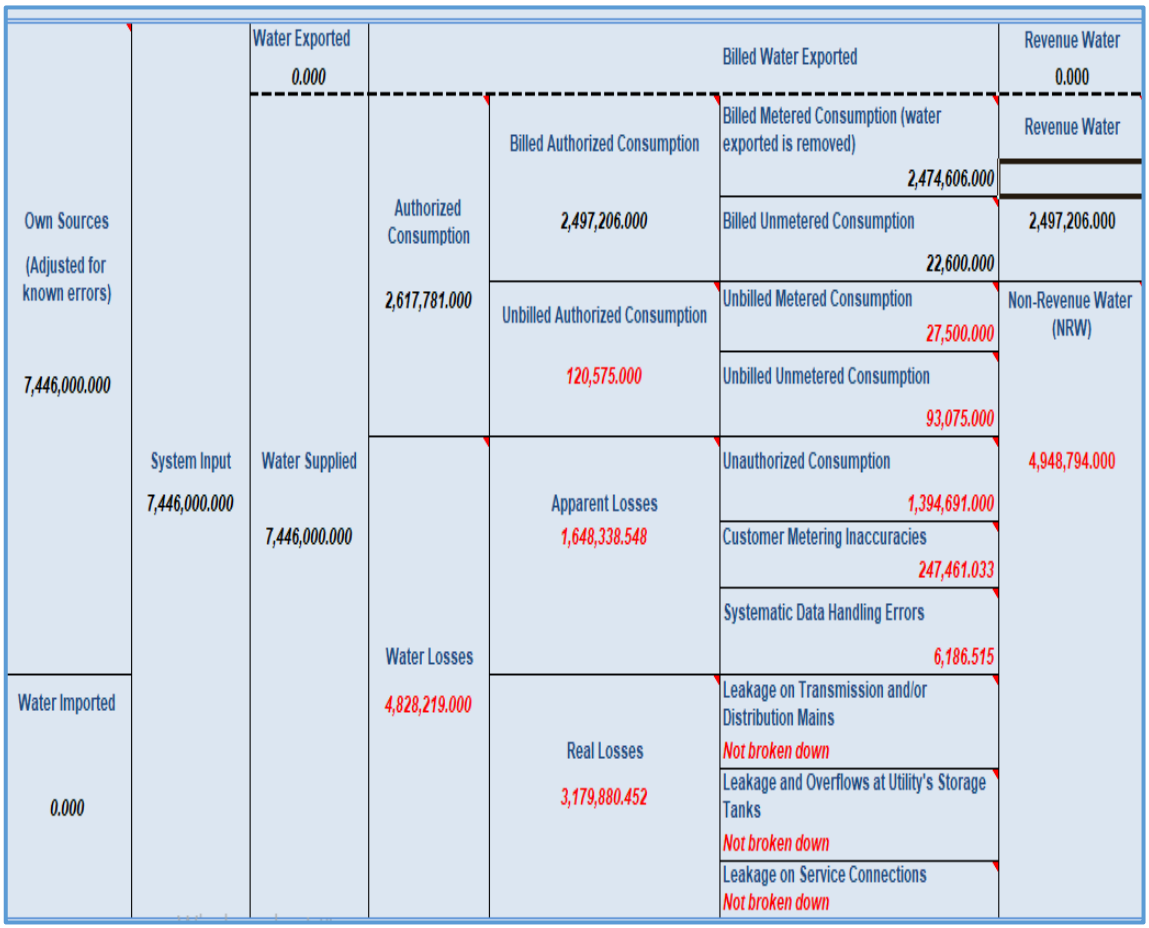
- كمية المياه المنتجة (Volume from own sources) = (7446000 m^3/year).
- الاستهلاك المقاس والمفوتر (Billed Metered Consumption)=(2774706 m^3/year).
- الاستهلاك المفوتر وغير المقاس (Billed Unmetered) = (22600 m^3/year).
- الاستهلاك المقاس وغير المفوتر (Unbilled Metered): (277500 m^3/year).



الشكل (5). مدخلات Water Audit

النتائج والمناقشة:

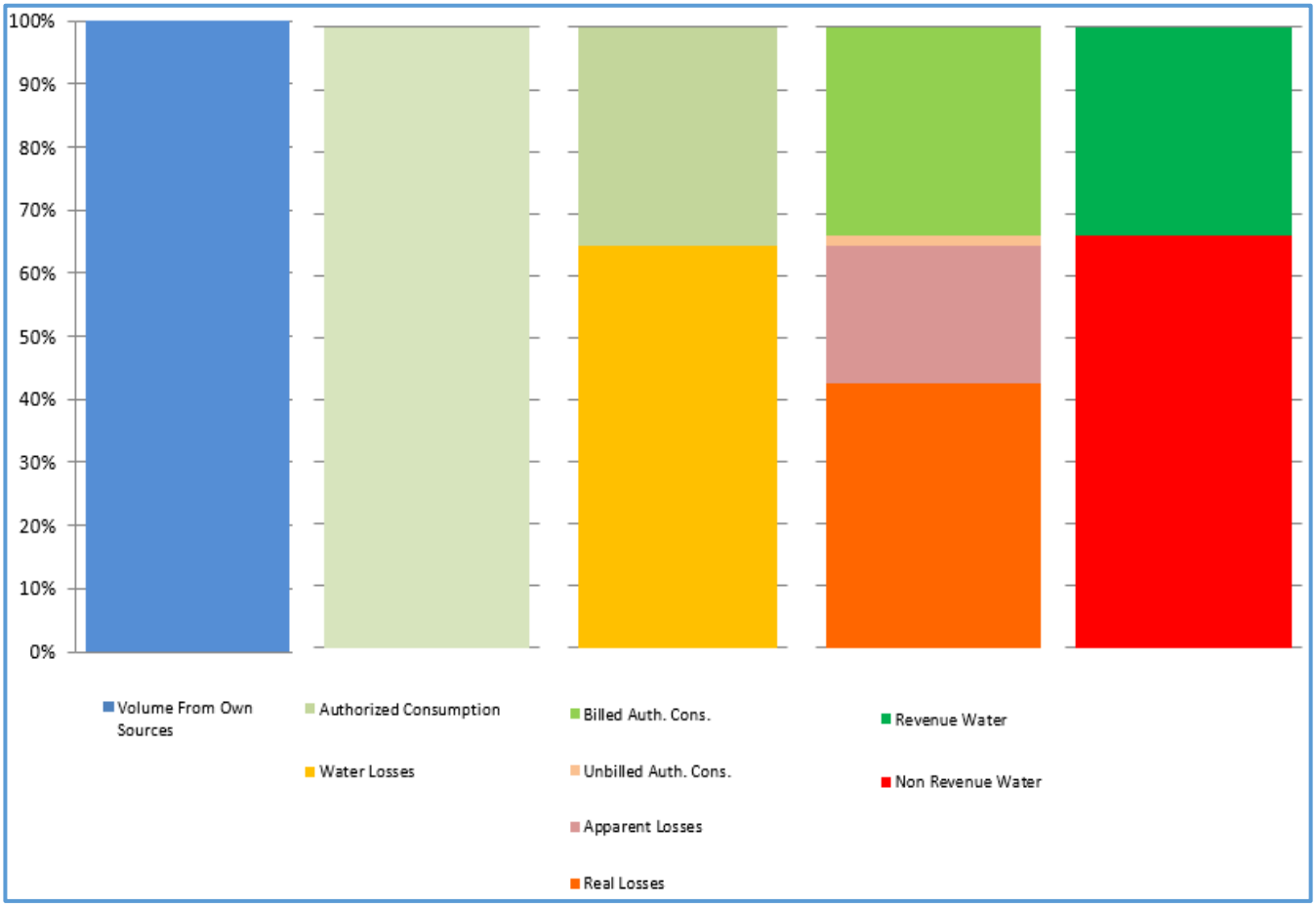
تم إدخال جميع البيانات السابقة إلى برنامج Water Audit، وقد أظهرت النتائج أن كمية الفواقد الكلية بلغت($4828219 m^3/year$) وهي قيمة كبيرة يتم هدرها سنوياً من شبكة مياه بانياس، مما يستدعي العمل على وضع الاستراتيجيات المناسبة لتخفيفها والاستفادة منها، لاسيما في ظل الوضع المائي السيْ. تقسم هذه الكمية الكلية للفواقد إلى فواقد حقيقية والتي تشكل القسم الأكبر منها حيث بلغت حوالي ($3179880 m^3/year$) وذلك نتيجة للتسربات في الشبكة الرئيسية والوصلات المنزلية، أما القسم المتبقي والذي يبلغ ($1648339 m^3/year$) فهو عبارة عن فواقد إدارية، بسبب الاستخدام غير المشروع للمياه وأخطاء العدادات وغيرها.



الشكل (6). مخرجات Water Audit

وبالتالي يمكننا القول إن برنامج Water Audit، يقوم بتتبع كمية المياه منذ دخولها إلى الشبكة وحتى وصولها إلى المستهلك، حتى تستطيع المؤسسة في النهاية معرفة الكمية الفعلية للمياه والتي يتم استردادها كقيمة مالية أي مع عائد وتسمى المياه الربحية(Revenue water) ، وتبلغ قيمتها في مدينة بانياس ($2497206 m^3/year$)، بالإضافة إلى كمية المياه بدون عائد والتي لا يتم استردادها وتسمى المياه غير الربحية (Non– Revenue water) وتبلغ قيمتها ($4948794 m^3/year$)، الشكل (6).

أما بالنسبة للشكل (7)، فهو يوضح عناصر جدول الموازنة المائية لشبكة مياه بانياس، وذلك كنسبة مئوية من كمية المياه المنتجة الكلية، وهذه العناصر تشمل كل من كمية المياه المنتجة، كمية المياه التي يتم تصديرها إلى الشبكة، الاستهلاك غير المرخص له، الفواقد الكلية، الفواقد الحقيقية وغيرها.

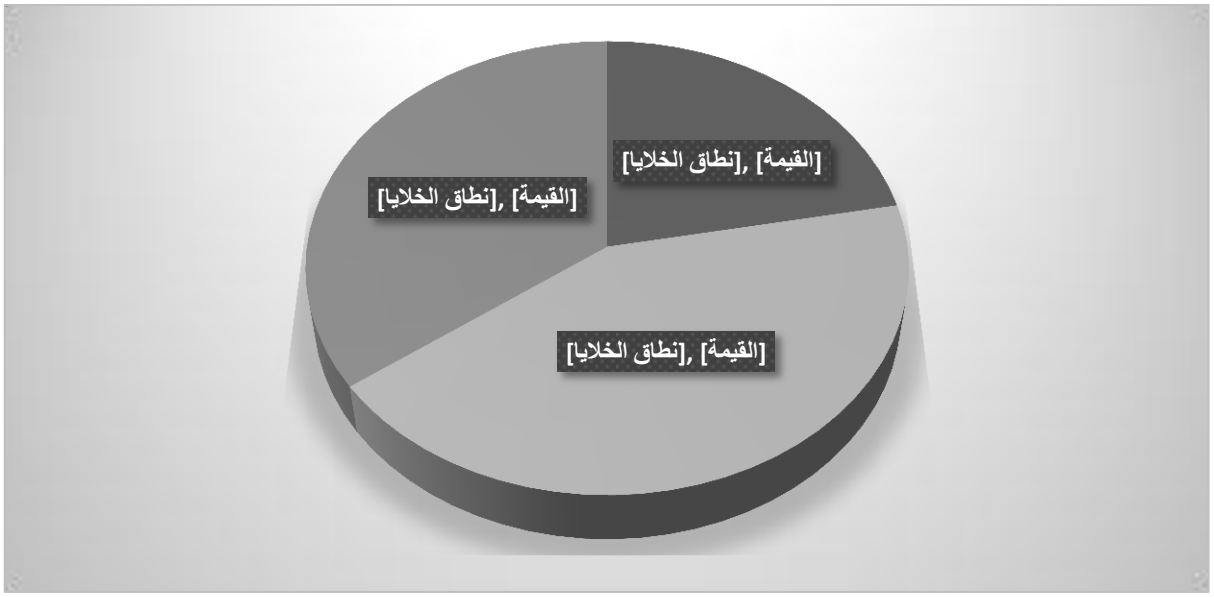


الشكل (7). نسب عناصر جدول الموازنة المائية.

يمكننا تلخيص ما حصلنا عليه من برنامج Water Audit بالجدول التالي:

الجدول (5). كمية الفواقد ونسبتها لعام 2018

كمية المياه المنتجة m^3/year	الفواقد الكلية m^3/year	الفواقد الحقيقية m^3/year	الفواقد الإدارية m^3/year	نسبة الفواقد الكلية	نسبة الفواقد الحقيقية	نسبة الفواقد الإدارية
7446000	4828219	3179880	1648339	%65	%43	%22



الشكل (8). نسب المياه المستهلكة والفواقد

يوضح الشكل (8)، نسب كل من المياه المستهلكة والفواقد في شبكة مياه بانياس، حيث نجد أن كمية المياه التي يتم إنتاجها وإعطاءها لمدينة بانياس لاتصل كلها إلى المستهلكين وإنما فقط 35%، وهذا يعود لكمية الفواقد الكبيرة في الشبكة والتي بلغت 65%، حيث 22% منها هي فواقد إدارية، بينما 43% فواقد حقيقية (تسربات).

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

1. من خلال تقييمنا لفواقد المياه في شبكة مياه بانياس باستخدام Water Audit Software، وجدنا أن نسبة الفواقد الكلية مرتفعة حيث بلغت حوالي 65%.
2. النسبة الأكبر من هذه الفواقد هي فواقد حقيقية (تسربات)، وقد بلغت نسبتها 43%.
3. بلغت نسبة الفواقد الإدارية في شبكة مياه بانياس 22%.

التوصيات

1. تطبيق استراتيجيات التحكم بالتسرب، وضرورة الكشف عن الأعطال وإصلاحها، باعتبار أن القسم الأكبر من هذه الفواقد هو تسربات.
2. ضرورة استبدال الأجزاء القديمة من الشبكة، وذلك لتخفيف الفواقد الحقيقية (التسرب).
3. إصلاح العدادات المعطلة، والقيام بجولات من أجل اكتشاف الوصلات غير الشرعية، وذلك بهدف تخفيف نسبة الفواقد الإدارية.
4. وجوب تطبيق برمجية Water Audit Software في مؤسسات مياه الشرب السورية، وإجراء الموازنة المائية على جميع الشبكات، الأمر الذي يسمح بتقييم الفواقد فيها واتخاذ الإجراءات المناسبة للحد منها.

References:

1-ZIENO, A. *Drinking water demand management "field study of one of the networks to control unaccounted water (losses)*. Damascus University Journal for Research and Scientific Studies, Vol. 21, N5. 2, 2005, 9-31.

2-ANSARI, N; ALIBRAHIEM, N; ALSAMAN, M; KNUSSTON, S. Water *Supply Network Losses in Jordan*. Water Resource and Protection Jordan. Vol. 6, No. 8, 2014, 86-93. < http://www.scirp.org/journal/jwarp>

3-STURM, R; GASNER, K. *Real losses component analysis: tool for economic water loss* control, Wter research foundation,2014,17-32.

4-KAMENI, H; MALAKOOTIAN, M; HOSEINI, M; JAAFARI, J. Management of Non-Revenue Water in Distribution Network and Conveyor Lines; a Case Study. JOURNAL Health Scope Iran. Vol. 1, N5. 3, 2012, 147-152.

5-KOELBL.J. *Process Benchmarking in Water Supply Sector: of Physical Water Losses*, Phd thesis, GRAZ University,2009,203.

6-CANTO RIOS, J; SANTOS.R. U; HANSEN, P; ANTUNEZ, E. *Methodology for the identification of apparent losses in water distribution networks*. Sciencedirect. Vol. 70, N8, 2014, 238-247.

7-KINGDOM, B; LIEMBERGER, R; MARNE, P. *The challenge of reducing NRW in developing countries*. THE WORLD BANK GROUP, WASHINGTON,2006, 1-52.

8-KENNETH.R. *Water Loss Management: Conservation Option in Florida's Urban Water Systems*. FLORIDA WATER RESOURCES JOURNAL,2009,24-32.

9-SONVANE, R and others. *A Review - Water Audit*. Volume 4, Issue 2 February, 2016,64-68.

10-International Water Association. *The water audit handbook for small drinking water networks* .2013,1-34.

11-VALANTENE, N and others. *Water Audits and Loss Control Programs*. AWWA MANUAL M36**,** Third Edition. 2009,1-302.

12-JERNIGAN, W; CAVANAUGH, S. *Non-Revenue Water Analysis – Real Loss Component Analysis, Economic Gap Analysis***.** 2018,1-18.

13-ALMANSORI, M. *The experience of the State of Qatar in reducing waste in water networks*. The Second Arab Water Conference, 2014,1-30.

14-SILVA, R; PEIRIS, L. *Assessment of non-revenue water in Hantana water supply Scheme***.** Tropical agricultural researsh, VOL .20, 2008,290-308.

15-AL WASHALI, T and others. *Modelling the Leakage Rate and Reduction Using Minimum Night Flow Analysis in an Intermittent Supply System*, 2018, 1 –15.