استخدام نظم دعم القرار في إدارة الموارد المائية في منطقة برج إسلام (محافظة اللاذقية)

*د.م. أمجد شاكر ** م. باسل اليسوف

(الإيداع: 15 نيسان 2018، القبول: 24 حزيران 2018)

الملخص:

تعد مشكلة ندرة المياه من أكبر التهديدات التي تواجه المجتمعات الحديثة وخاصة مع بروز تهديدات وجودية للمجتمعات المتحضرة من تزايد كبير لأعداد السكان، وتلوث الموارد الطبيعية والاحتباس الحراري. كل ذلك أدى إلى ضرورة التفكير بتطبيق مبدأ الإدارة المتكاملة للموارد المائية IWRM باستخدام نظم دعم القرار المتوفرة.

تم استخدم برنامج WEAP21 لدراسة إدارة الموارد المائية في منطقة (برج إسلام) في محافظة اللاذقية، حيث تم إنشاء نموذج رياضي يمثل المنطقة ومعظم الموارد المائية فيها، و دراسة وتحليل عدد من السيناريوهات، وبينت النتائج أنه في السيناريو المرجعي –الذي يعد سيناريو المقارنة لبقية السيناريوهات–حدث انخفاضاً في حصة الفرد اليومية من l/day 188 عام 2012 إلى l/day 155 عام 2050. أما في سيناريو تخفيض ضياعات المياه من 40% لتصل الى 10% ، كانت النتيجة زيادة حصة الفرد عام 2050 الى l/day 174 بنسبة زيادة تصل الى 13% عن السيناريو المرجعي.

وتم فرض سيناريو إنشاء محطة تصفية جديدة على سد 16 تشرين بطاقة $1m^3/sec$ عام 2020 ، حيث قدرت حصة منطقة الدراسة بـ $0.1m^3/sec$ ، وبالتالي زادت حصة الفرد من مياه الشرب في هذا السيناريو لتبلغ عام 2050 قيمة l/day 200 أي بزيادة 29% عن السيناريو المرجعي.

وبناءً على النتائج السابقة تم تقديم توصيات لحل مشكلة العجز المائي في منطقة (برج اسلام) في محافظة اللاذقية.

الكلمات المفتاحية: الإدارة المتكاملة للموارد المائية – الشح المائي – أنظمة دعم القرار.

* مدرس في قسم الهندسة المائية، كلية الهندسة المدنية، جامعة حماة.

** مهندس في المؤسسة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي في اللاذقية.

Water Resources Management of *Burj Islam* area (Province of Latakia) by using Decision Support System, DSS.

*Dr. Amjad Shaker ** Eng. Bassel Alyasof

(Received:15 April 2018 , Accepted: 24 June 2018)

Abstract:

The problem of water scarcity is one of the greatest threats facing modern societies, especially with the emergence of existential threats to civilized societies from large population growth, great pollution of natural resources and global warming, all that led to the need to implement the principle of Integrated Water Resource Management, IWRM.

Using WEAP21 program a study of water resources management for Burj Islam area in the province of Latakia, Syria, where applied. This was by creating a mathematical model and introducing a range of scenarios. Analysis of these scenarios showed that; In the reference scenario, which is the comparison scenario the per capita daily average fell from 188 l / day in 2012 to 155 l/day in 2050, and in case of reducing water losses from 40% to 10%, the result was an increase in per capita share in 2050 to 174 l/day, which is about 13% over the reference scenario.

A new scenario were assumed to establish a filtration station on 16 Teshreen dam in 2020. The share of the study area was estimated to be 0.1 m^3/ sec, the drinking water per capita in this scenario in 2050 were reached to 200 l/ day, this mean that the per capita share was about 29% more than the reference scenario.

Depending on results analysis a recommended measures were revealed to solve the problem of water deficit in Burj Islam area.

Keywords: Integrated Water Resources Management (I.W.R.M) – Water scarcity – Decision support systems, DSS.

* Associated professor, water engineering department, faculty of civil engineering, University of Hama.

** An engineer in general establishment of drinking water and drainage, Latakia.

1. مقدمة:

تعد قضية المياه من الموضوعات ذات الحساسية العالية، نظراً لما يعانيه الوطن العربي من نقص وعجز كبير في الموارد المائية، إضافة لذلك فإن التغيرات المناخية والبيئية وارتفاع درجات الحرارة قد أثر على زيادة نسبة التبخر، مما سبب فقدان نسبة كبيرة من المياه السطحية، كما أن تلك الآثار المناخية قد أثرت على قلة الأمطار، مما أدى إلى ضعف نسبة المياه المخزنة من المياه الجوفية. كل ذلك وغيره من الأسباب تنذر بمشكلة حقيقية مستقبلية في نقص المياه في الجمهورية العربية السورية، مما يتطلب من متخذي القرار الإعداد والتحضير لمواجهة تلك الأزمة قبل تفاقمها مستقبلاً، وفقدان السيطرة عليها، خاصة وأن الحياة لا تستقيم دون وجود هذا المورد الهام، وللحفاظ على هذا المصدر فقد أصبحت عملية إدارته ذو أهمية قصوى لدى جميع الدول وجميع المؤسسات المعنية بالمياه. وأصبح استخدام مبدأ الإدارة المتكاملة للموارد المائية ضرورة لا بد منها، لتلبية الطلب المتزايد على المياه، وتحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي والديمغرافي وبين استهلاك المياه، حفاظاً على استمرار وازدهار الحياة.

إن الماء ضروري للحياة لكن قلة من الناس يعرفون أن الضغوط المتزايدة الناجمة عن تغير المناخ، والنمو السكاني والتوسع العمراني، وتطور إحتياجات الطاقة، يشكلون معاً ضغوطاً غير مسبوقة على موارد المياه العذبة المحدودة، مما يجعل الإدارة المتكاملة للموارد المائية ذات أهمية كبيرة لحل مجموعة من المشاكل المستقبلية وأهمها تأمين الغذاء، وتوسع المدن واستنزاف الموارد. (Angele, et al., 2000, p. 9) [3]

2. مفهوم الإدارة المتكاملة للموارد المائية:

تُعْنَى إدارة الموارد المائية بتأمين مورد مائي دائم وبشكل اقتصادي لتلبية الاحتياجات المائية المتنامية، والتي قد يكون جزءٌ صغيرٌ منها مواردَ مائيةً متجددةً، حيث يكمن التحدي الأساسي لإدارة الموارد المائية في المحافظة على التوازن بين استخدام الموارد المائية بوصفها عنصراً أساسياً لحياة السكان، وحماية وحفظ الموارد المائية وخواصها، وضمان قيامها بوظائفها على أحسن وجه، وهذا ما يعرف بالإدارة المتكاملة للموارد المائية (IWRM). ويمكن بتعبير أخر تعريف الادارة المتكاملة للموارد المائية بأنها العملية التي تعزز التنمية المشتركة للموارد المائية، وإدارة المياه والأراضي والموارد ذات الصلة، من أجل تحقيق أقصى قدر من الرفاهية الاقتصادية والاجتماعية بطريقة منصفة، دون المساس باستدامة النظم البيئية الحيوية. (Angele, et al., 2000, p. 22) [3].

ترتكز الإدارة المتكاملة للموارد المائية على عدة مبادئ، يجب أخذها بعين الاعتبار، بما يتناسب مع الجوانب الثقافية والاجتماعية والبيئية، وأهم هذه المبادئ حسب (Solanes & Gonzalez-Villarreal, 1999) .[9] هي مبادئ دوبلن الأربعة:

المبدأ الأول: المياه العذبة هي مورد محدود وضعيف وضروري لاستمرارية الحياة والتنمية والبيئة، تتطلب الإدارة الفعّالة للموارد المائية نهجاً متكاملاً، يربط التنمية الاجتماعية والاقتصادية بحماية النظم البيئية الطبيعية. وتربط الإدارة الفعّالة استخدامات الأراضي والمياه على كامل مساحة أحواض الصرف أو مجمّعات المياه الجوفية.

المبدأ الثاني: ينبغي أن تقوم تنمية المياه وإدارتها على نهج تشاركي، يضم المستخدمين والمخططين وصناع القرار على كافة المستويات، حيث ينطوي المنهج التشاركي على رفع الوعي بشأن أهمية المياه في أوساط صناع القرار والجمهور. وهذا يعني أن يتم اتخاذ القرارات على المستوى الملائم الأدنى، مع استشارة كاملة وعامة للمستخدمين وإشراكهم في تخطيط مشاريع المياه وتنفيذها.

المبدأ الثالث: تؤدّي المرأة دورًا محوريًا في توفير المياه وإدارتها وصيانتها، وقلما انعكس هذا الدور المحوري للمرأة على مستوى توفير المياه واستخدامها، وحماية البيئة المعيشية في الترتيبات المؤسسية لتنمية الموارد المائية وإدارتها. ويتطلب قبول

هذا المبدأ وتنفيذه سياسات إيجابية، تطرح احتياجات المرأة المحددة، وتوّفر لها لا بل تمكنها من المشاركة في برامج الموارد المائية على كافة الأصعدة، بما في ذلك صنع القرار، وتنفيذه بالطرق التي تراها مناسبة.

المبدأ الرابع: للمياه قيمة اقتصادية في كل استخداماتها، وينبغي الاعتراف بها كسلعة اقتصادية، وفي إطار هذا المبدأ، من المهم الاعتراف بالحق الأساسي للإنسان في الوصول إلى المياه النظيفة والصرف الصحي بأسعار معقولة. إن الفشل في الاعتراف بالقيمة الاقتصادية للمياه في الماضي، أدى إلى استخدام جائر ومضر بالبيئة. وتعتبر إدارة المياه كسلعة اقتصادية وسيلة مهمة، لتحقيق الاستعمال الفعّال والعادل للموارد المائية، وتشجيع حفظها والمحافظة عليها.

3. الدراسة المرجعية

استخدم مركز الهندسة في الجيش الأمريكي (1994) برنامج WEAP21 لنمذجة مصادر التزويد والاحتياج في حوض نهر (Chattahoochee)، وذلك لدراسة الموارد المائية في المنطقة وتوازنها في ظل التغيرات المستقبلية، حيث تم تحديد الشروط الهيدرولوجية للنموذج ضمن بيئة البرنامج، وبناء السيناريوهات المختلفة للاستفادة من تدفقات هذا النهر في تلبية الاحتياج المائي، بالإضافة إلى المياه الجوفية والخزانات الطبيعية في المنطقة. (Hydrologic Engineering Center, U.S. ArmyGrops of Engineers) [6].

وفي إطار التعاون المائي السوري الهولندي، قامت شركة DHV للمياه وشركات أخرى هولندية، تهتم بمسائل إدارة الموارد المائية، بالتعاون مع مديرية الري العامة لحوض الساحل في اللاذقية، بإنجاز مشروع إدارة الموارد المائية لحوض الساحل، بدأ المشروع في شهر تشرين أول 2002، بهدف وضع تصورات مستقبلية لتطوير الموارد المائية المتاحة في حوض الساحل السوري، واقتراح استراتيجيات المحافظة على هذه الموارد من التلوث والنضوب، وتقيم الظروف الهيدروجيولوجية في منطقة الدراسة، وإعداد نموذج رياضي مبسّط لإدارة موارد المياه في حوض نهر الصنوبر (شركة DHV، TNO-NITGالهولندية , 2004). [12].

اختبر (Sally et al) سيناريوهات إدارة الاحتياج المائي في حوض نهر Olifants، جنوب إفريقيا، باستخدام برنامج WEAP21، حيث تم اقتراح مواجهة التباين في المناخ المتوقع بحفر الآبار، وتطوير مرافق التخزين الخاصة بالمزارعين في المنطقة، كحل لتعويض النقص بالتزويد من السدود التخزينية المقامة على الأنهار، أو من المياه الجوفية في المنطقة، (Sally et al., 2003) [7].

استخدم (ANDAH, GIESEN, & BINEY) . برنامج WEAP21 ، لتقويم آثار تقلب المناخ على موارد المياه والبيئة في غانا، حيث تم تقويم سيناريوهين: أولهما يدرس التغيرات في ظل زيادة معدل النمو السكاني، حيث يتوقع أن يتضاعف عدد السكان بحلول عام 2020 ، عما كان عليه في عام 1990 (السيناريو المرجعي)، بينما يطرح السيناريو الثاني استراتيجيات التكيف مع التغيرات، بناءً على الحلول المحلية (من خلال السدود الموجودة في المنطقة بالإضافة إلى محطات إنتاج الطاقة). (ANDAH, GIESEN, & BINEY, 2003) [2].

لقد قيّمت الباحثة (Claudia Pahle) التحديات الكبرى للبحوث والممارسة العملية لنظم إدارة المياه، وكيفية تطوير الأساليب العلمية والأدوات العملية، من أجل تنفيذ إدارة متكاملة للمياه متكيفة مع التغيرات المستقبلية، وذلك من خلال تحليل البحوث التي تم إنجازها لإدارة أحواض الأنهار في مناطق مختلفة من العالم، وتقديم فهم متكامل لمشاكل إدارة المياه، وكيفية الوصول إلى الاستراتيجيات المناسبة لإدارتها، من خلال تصحيح السياسات الخاطئة، وتطوير خطط العمل وأدوات القياس. (WOSTL, 2007) [10].

حدد (Swartz et al.,) عدة سيناريوهات للتكيف مع زيادة الطلب على المياه المتوقعة في حوض نهر الأردن، وذلك باستخدام برنامج WEAP 21، حيث تتنبأ النماذج المناخية الإقليمية بانخفاض في معدل الأمطار السنوية في منطقة البحر المتوسط، وزيادة متوسط درجات الحرارة ومعدلات التبخر، وبالتالي سيزداد الطلب على المياه بشكل كبير. للتكيف مع هذه التغيرات ناقشت الدراسة سيناريوهات تحلية المياه، إضافة إلى التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية في المنطقة، أدى تطبيق هذه السيناريوهات إلى زيادة كفاءة استخدام المياه بنسبة 25%.(Hoff, Swartz, Yates, & Tielborger, 2007) . .[5]

حدّد (Hoff et al.) الإطار الزمني والحدود المكانية، ومكونات النظام ضمن بيئة برنامج WEAP21، وذلك في حوض (تانا في كينيا)، شكلت بيانات مصادر التغذية (المياه السطحية والجوفية) والاحتياج في المنطقة قاعدة النظام، بالإضافة إلى حمل الملوثات في سنة الحسابات للسيناريو المرجعي، ثم تمّ تطوير سيناريوهات لإدارة الموارد المائية في منطقة الدراسة، بالاعتماد على فرضيات تغير المناخ، وزيادة معدل النمو السكاني والكلفة، وغيرها من العوامل التي تؤثر في الاحتياج والتزويد بالمياه. في النهاية تمّ تقويم السيناريوهات بناءً على مخرجات النظام مثل نسبة التغطية للاحتياج، والعوامل البيئية وتكلفة تأمين المياه. (Hoff, Noel, Droogers, & Dent, 2007) .[4]

أكد (السباعي وأخرين) أن المنطقة العربية تعاني من شح في مياه الأمطار ودورات جفاف متكررة، مما انعكس سلباً على توافر الموارد المائية المتاحة، الذي فاقم من ندرتها وتدهورها، سوء الإدارة والاستعمال، لذلك فإنها ستكون مرشحة وفقاً لمختلف السيناريوهات، التي أعدت على مستوى العالم، لتواجه نقصاً تدريجياً في مياه الأمطار، قد يصل إلى 20% خلال السنوات الخمسين القادمة، إضافةً إلى زيادة في تكرار دورات الجفاف، وهذا الأمر سيكون له انعكاسات اقتصادية واجتماعية كبيرة على المجتمع العربي. (السباعي، جناد، و الدروبي، 2008). .[14]

درست (بشرى خزام) ترشيد استخدام الموارد المائية في حوض العاصي الأعلى باستخدام برنامج WEAP21 حيث تم طرح عدة سيناريوهات مستقبلية، و إيجاد الحلول للمشاكل المتوقع حصولها، توصل هذا البحث إلى أنه عند تخفيض حصة الفرد من مياه الشرب، ورفع كفاءة شبكات الري والشرب، فإن العجز سوف ينخفض بنسبة لا تقل عن 60%، كما أظهر أنه عند استثمار سد (زيتا) تم تغطية جزء من الطلب على المياه لأغراض الشرب لمدينتي حمص وحماة، كما أظهر بأنه عند تعميق بحيرة قطينة إلى (14 m) بدلاً من (7 m) انخفضت فواقد التبخر إلى النصف تقريباً، بما ينعكس ايجاباً على تخفيض نسبة العجز المائي. (خزام، 2008).[16]

درست (Abdo, R) التحديات التي تواجه إدارة موارد المياه في مدينة نابلس باستخدام برنامج WEAP، وذلك لتقويم خيارات التعامل مع أزمة نقص المياه في المدينة، وقد أظهرت النتائج أن الطلب على المياه سوف يستمر بالزيادة في المستقبل، وهذا يرجع أساساً إلى الزيادة في عدد السكان ومحدودية الموارد المائية في المنطقة، لذلك فإن إنشاء آبار جديدة خلال الفترة 2009-2025، سوف يؤدي إلى انخفاض الاحتياج غير المغطى بشكل ملحوظ، إضافة إلى استراتيجية حصاد مياه الأمطار، وإعادة تأهيل الينابيع. (Abdo, 2009) .[1]

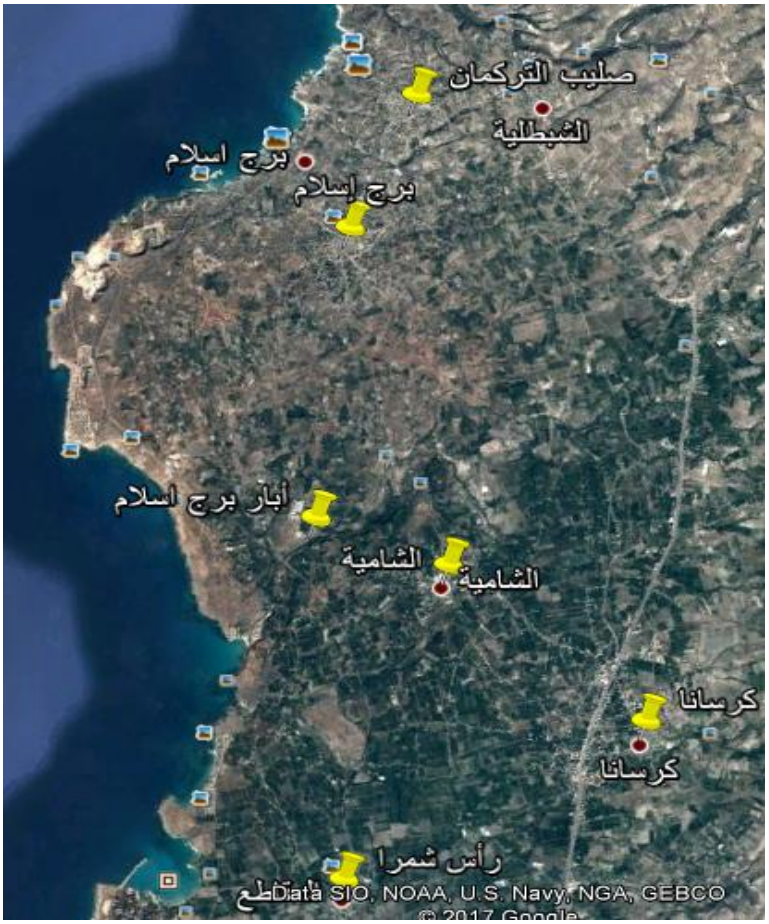
درست الباحثة (Sanjaq, L. M) تطوير الإدارة المتكاملة للموارد المائية في مدينة رام الله والبيرة في فلسطين، وذلك باستخدام برنامج WEAP، حيث قامت بتحليل واختبار ثلاثة سيناريوهات: الأول ضخ المياه من حوض المياه الجوفية الشرقي، والثاني كان الضخ من الحوض الغربي، والثالث هو الضخ المشترك من الحوضين السابقين. أظهرت النتائج أن الاحتياج المائي للمنطقة بحلول عام 2050 م سيكون حوالى40 مليون متر مكعب، وبتطبيق سيناريو الضخ المشترك سيتم خفض العجز المائي حوالى14 مليون متر مكعب، كما أن هذا الخيار سيكون الأقل كلفة اقتصادية من بين السيناريوهات الثلاثة. (Sanjaq, 2009).[8]

قام الباحثان (حمدان والخطيب) بتحديد الموازنة المائية لنهر الفرات، واقتراح آليات استثمار مناسبة لإدارة موارد مياه نهر الفرات، من خلال التوسع في مشاريع الاستصلاح القائمة هناك، والتقليل من الهدر الكبير في الوارد المائي، الذي يمثل حصة

سورية من مياه نهر الفرات، وذلك بالإسراع في زيادة الاحتياطي الاستراتيجي للموارد المائية كالخزانات والبحيرات، كل ذلك وفقاً لدراسات الجدوى الفنية والاقتصادية لها، مع كل ما تستطيع تحقيقه من طاقة كهربائية نظيفة بيئياً، تمثل حالياً سلعة أساسية. (حمدان و الخطيب، 2011) .[15]

4. منطقة الدراسة (برج إسلام):

تقع منطقة (برج إسلام) في حوض الساحل، في شمال محافظة اللاذقية من ناحية عين البيضة وعلى بعد حوالي 20km عن محافظة اللاذقية، وتتوضع على هضبة ترتفع عن سطح البحر 150m، يحدها من الشمال قرية الشبطلية، ومن الجنوب قرية الشامية ومن الشرق وادي قنديل ومن الغرب البحر الأبيض المتوسط، وتحوي منطقة البرج على 9 أبار مخصصة لمياه الشرب، تدفق البئر الواحد 50 m^3/h حسب مديرية الاستثمار في المؤسسة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي في محافظة اللاذقية، وتقدر كمية المياه المخزنة بالطبقة الحاملة للمياه الجوفية 14 M m^3 /year (علي، 2011) .[13]. والقرى التالية في الجدول رقم 1 هي التي تستفيد من هذه الآبار:



الشكل رقم(1): منطقة الدراسة

الجدول رقم (1): القرى المستفيدة من آبار مياه الشرب وعدد سكانها (بيانات عام 2012)

اسم القرية	عدد السكان (نسمة) (بيانات 2012)	الآبار التي تغذي كل قرية
كرسانا	10000	ثلاثة أبار
برج سلام	7000	بئر واحد
صليب التركمان	4000	بئر واحد
الشامية	3500	بئر واحد
رأس الشمرة	5000	بئرين

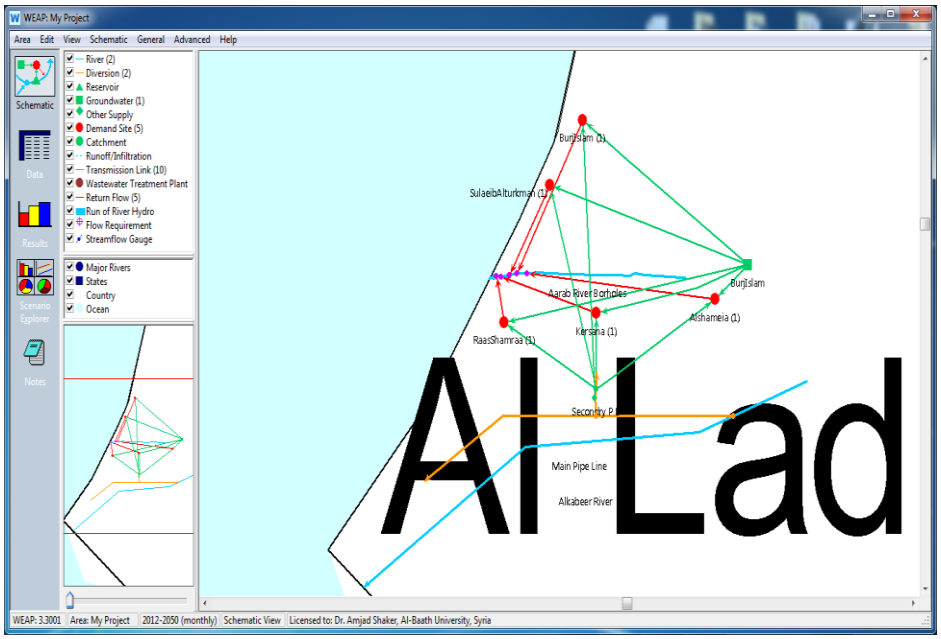
علماً أن نسبة التزايد السكاني هي 17.5 بالألف، حيث أخذ عدد السكان والنمو السكاني من الإحصاء السكاني لعام 2012 وحصة الفرد من المياه هي 200 L/day، حسب المؤسسة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي في محافظة اللاذقية.

5. إنشاء نموذج رياضي للمنطقة المتغذية من آبار (برج إسلام):

تم انشاء نموذج رياضي للمنطقة المتغذية من آبار برج إسلام باستخدام برنامج WEAP21، حيث تم جمع المعلومات المتعلقة بمناطق الاحتياج، من عدد السكان في القرى، ونمو سكاني، واستهلاك الفرد من المياه، اضافة لمعلومات عن الآبار والطبقة الحاملة للمياه الجوفية في المنطقة، وذلك لعمل موازنة مائية لمنطقة الدراسة، وذلك لدراسة الوضع المائي الحالي والمستقبلي في المنطقة، وتم ادخال هذه المعلومات إلى برنامج WEAP21.

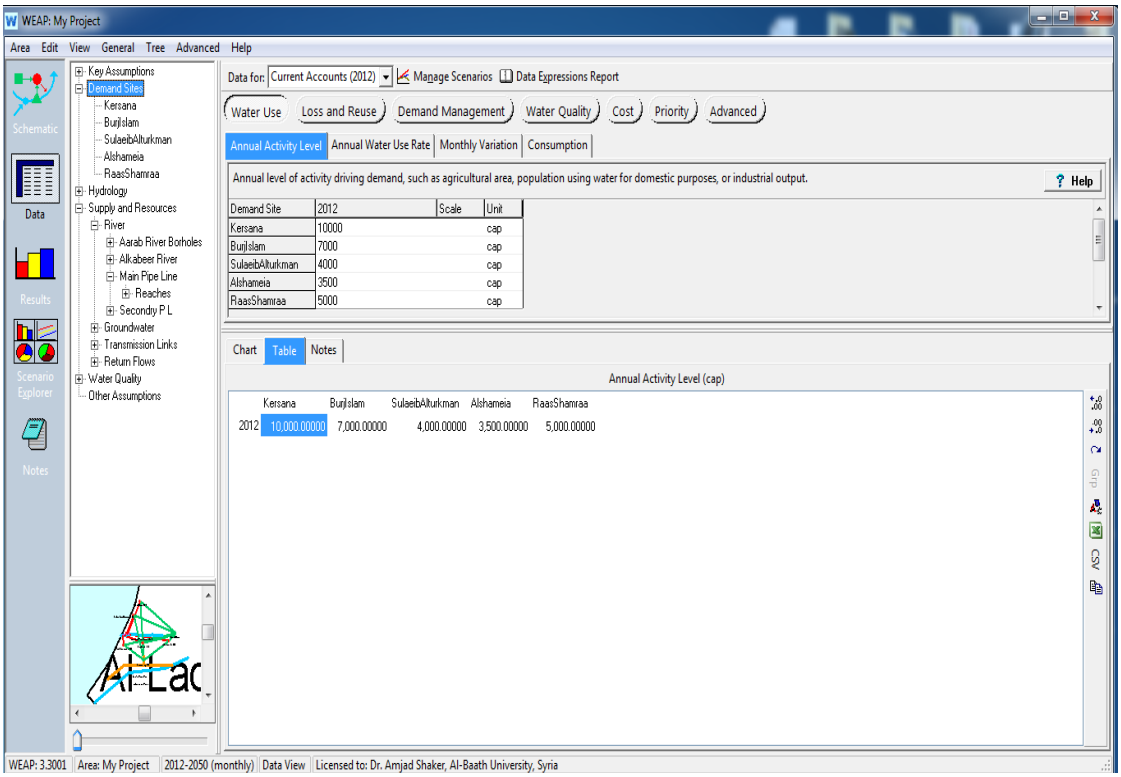
يعتمد نظام WEAP21 المبدأ الأساسي للموازنة المائية، ويمكن تطبيقه على أنظمة مياه الشرب وأنظمة الري ونقل المياه وعلى الأحواض الفرعية المفردة، أو أنظمة الأنهار المعقدة، كما يمكن لنظام WEAP21 محاكاة مجموعة واسعة من المكونات الطبيعية والهندسية لهذه النظم، بما في ذلك الأمطار و الجريان السطحي، وتدفق الأنهار، وتغذية المياه الجوفية، وتحليلات الطلب القطاعية، والحفاظ على المياه وحقوق المياه وأولويات التخصيص في توزيعها، وتوليد الطاقة الكهرومائية، وانتشار التلوث ونوعية المياه ومتطلبات النظام البيئي ووحدة تحليل مالي، تتيح للمستخدم أيضا التحقيق في مقارنات للتكلفة والعائد للمشاريع. (شاكر، فركوح، و أبوشعر، 2006)، [11].

نبدأ بإنشاء مخطط يمثل عليه مناطق الاحتياج من قرى وتجمعات سكنية، ومناطق التزويد (آبار برج إسلام)، وخطوط إمداد المياه، وبعد الانتهاء ينتج الشكل رقم (2)، الذي يمثل علاقات الارتباط بين عناصر النموذج المختلفة

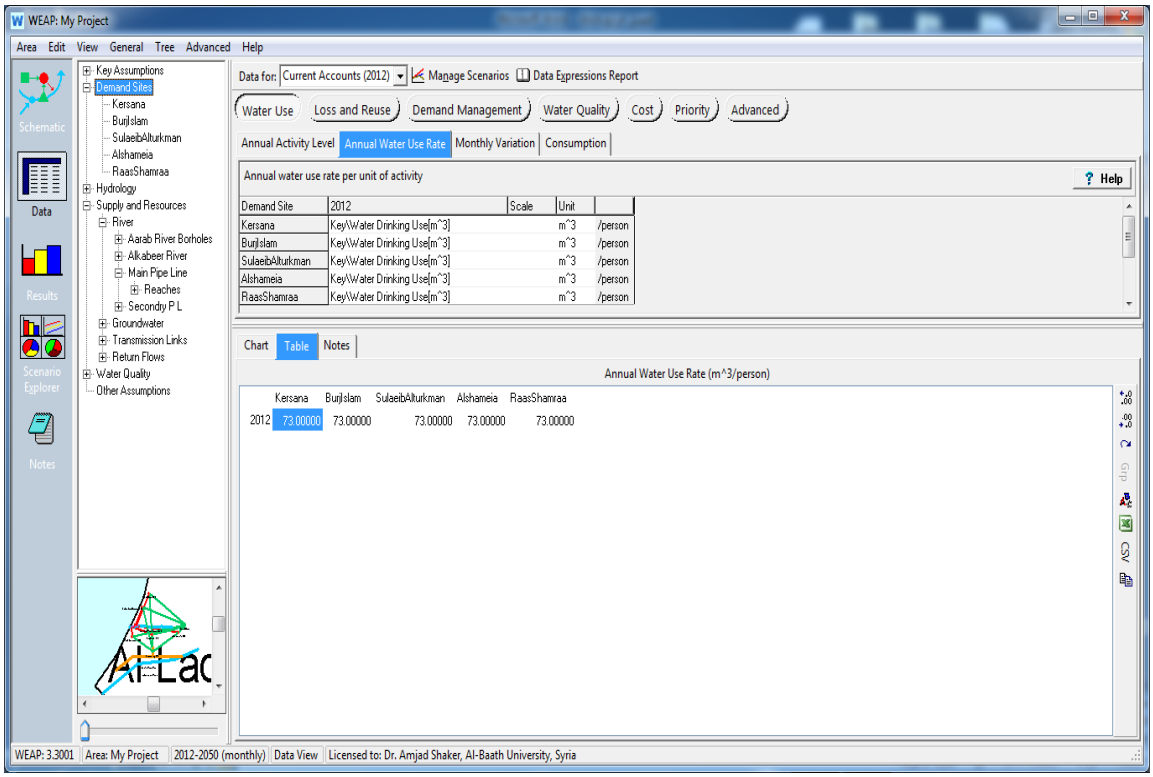


الشكل رقم(2) :الشكل العام للنموذج الرياضي لمنطقة الدراسة

بعد ذلك نبدأ بتعريف خصائص مناطق الاحتياج، كعدد السكان كما في الشكل (3)، وحصة الفرد من المياه كما في الشكل (4) وغيرها من المتغيرات المتعلقة بمناطق الاحتياج، كالنمو السكاني وروابط التغذية الواردة، وروابط التغذية الراجعة ونسبة الضياعات من خطوط نقل المياه، ونسبة المياه المستهلكة في مناطق الاحتياج، وتدفقات الآبار كما نعرف حصة كل تجمع سكاني من المياه وغيرها من المتغيرات التي لا حاجة لتفصيلها.



الشكل رقم (3) :تعريف عدد السكان ضمن النموذج



الشكل رقم (4): تعريف حصة الفرد من المياه في النموذج

6. تحليل ومناقشة السيناريوهات المفترضة:

1.6 السيناريو المرجعي:

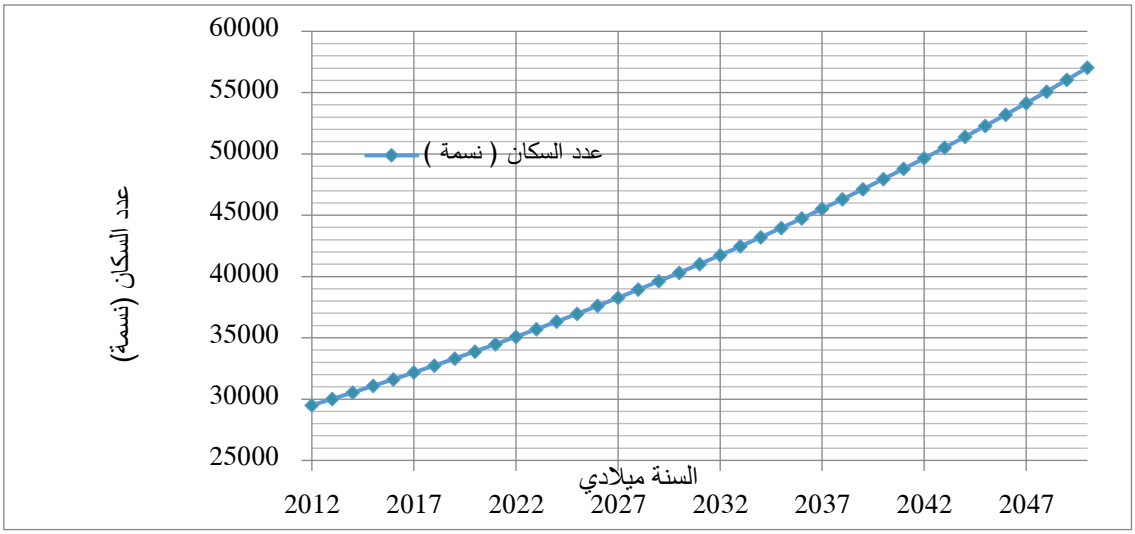
يمثل هذا السيناريو الرؤية المستقبلية لوضع مياه الشرب لمنطقة برج إسلام، مع استمرار الوضع الاستثماري والنمو السكاني الحالي، حيث حصة الفرد اليومية من مياه الشرب، كما حددته المؤسسة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي في محافظة اللاذقية ($200\ l/day$) ونمو سكاني 17.5 بالألف حسب الإحصاء السكاني لعام2012 لمحفظة اللاذقية، واعتبرت السنة المرجعية 2012، حيث امتدت الدراسة لعام 2050، كما أخذ بعين الاعتبار بأن الضياعات من خطوط المياه هي 40% حسب مديرية الاستثمار في مؤسسة مياه اللاذقية، وهي تشمل الفاقد الفيزيائي والإداري.

اعتمد في تقدير عدد السكان ونسبة النمو السكاني في منطقة الدراسة على الإحصاء السكاني لعام 2012 لمحافظة اللاذقية، وبعد إدخال البيانات إلى البرنامج كانت تقديرات عدد السكان خلال فترة الدراسة (من عام 2012إلى عام 2050) كما في الجدول رقم (2) والشكل رقم (5).

الجدول رقم (2): تقديرات عدد السكان في منطقة المشروع خلال فترة الدراسة

اسم القرية/السنة	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
كرسانا	10000	10175	10353	10534	10719	10906	11097	11291
برج اسلام	7000	7123	7247	7374	7503	7634	7768	7904
صليب التركمان	4000	4070	4141	4214	4287	4362	4439	4516
الشامية	3500	3561	3624	3687	3752	3817	3884	3952
راس شمرا	5000	5088	5177	5267	5359	5453	5549	5646
المجموع	**29500**	**30016**	**30542**	**31076**	**31620**	**32173**	**32736**	**33309**
اسم القرية/السنة	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**
كرسانا	11489	11690	11894	12103	12314	12530	12749	12972
برج اسلام	8042	8183	8326	8472	8620	8771	8924	9081
صليب التركمان	4596	4676	4758	4841	4926	5012	5100	5189
الشامية	4021	4091	4163	4236	4310	4385	4462	4540
راس شمرا	5744	5845	5947	6051	6157	6265	6375	6486
المجموع	**33892**	**34485**	**35089**	**35703**	**36327**	**36963**	**37610**	**38268**
اسم القرية/السنة	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
كرسانا	13199	13430	13665	13904	14148	14395	14647	14904
برج اسلام	9240	9401	9566	9733	9903	10077	10253	10433
صليب التركمان	5280	5372	5466	5562	5659	5758	5859	5961
الشامية	4620	4701	4783	4867	4952	5038	5127	5216
راس شمرا	6600	6715	6833	6952	7074	7198	7324	7452
المجموع	**38938**	**39619**	**40313**	**41018**	**41736**	**42466**	**43209**	**43966**
اسم القرية/السنة	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**	**2040**	**2041**	**2042**	**2043**
كرسانا	15164	15430	15700	15975	16254	16539	16828	17122
برج اسلام	10615	10801	10990	11182	11378	11577	11780	11986
صليب التركمان	6066	6172	6280	6390	6502	6615	6731	6849
الشامية	5308	5400	5495	5591	5689	5789	5890	5993
راس شمرا	7582	7715	7850	7987	8127	8269	8414	8561
المجموع	**44735**	**45518**	**46314**	**47125**	**47950**	**48789**	**49643**	**50511**

	2050	2049	2048	2047	2046	2045	2044	اسم القرية/السنة
	19333	19001	18674	18353	18037	17727	17422	كرسانا
	13533	13301	13072	12847	12626	12409	12195	برج اسلام
	7733	7600	7470	7341	7215	7091	6969	صليب التركمان
	6767	6650	6536	6424	6313	6204	6098	الشامية
	9667	9500	9337	9176	9019	8864	8711	راس شمرا
	57033	**56053**	**55089**	**54141**	**53210**	**52295**	**51395**	**المجموع**

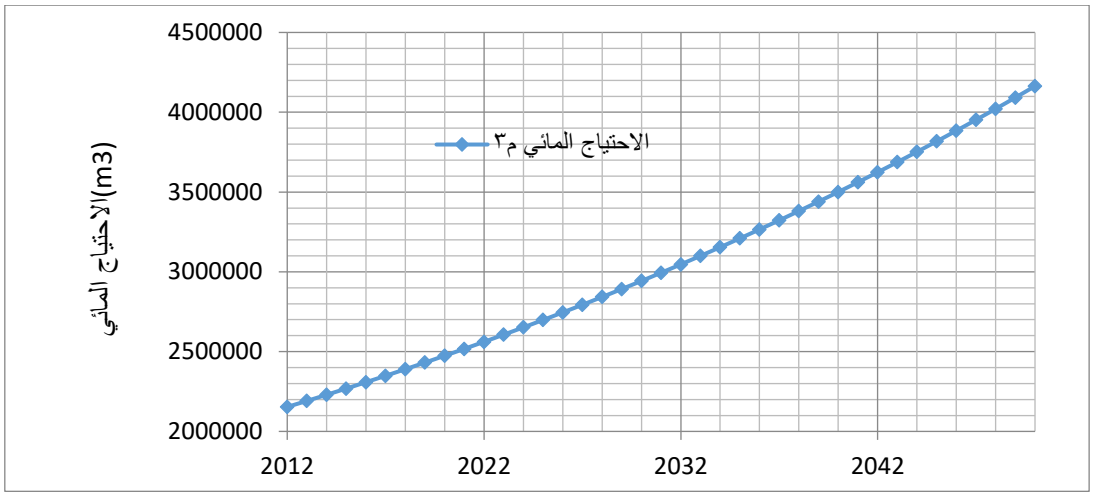


الشكل رقم (5): النمو السكاني المتوقع خلال فترة الدراسة

وبالاعتماد على التعدد السكاني وحصة الفرد من المياه، يكون الاحتياج المائي السنوي حسب البرنامج لمنطقة الدراسة كما في الجدول (3)، حيث نلاحظ الزيادة كبيرة جداً في الاحتياجات المائية السنوية، والتي بلغت ما يزيد عن 90% خلال فترة الدراسة ويبيّن الشكل رقم (6) تزايد هذا الاحتياج المائي السنوي.

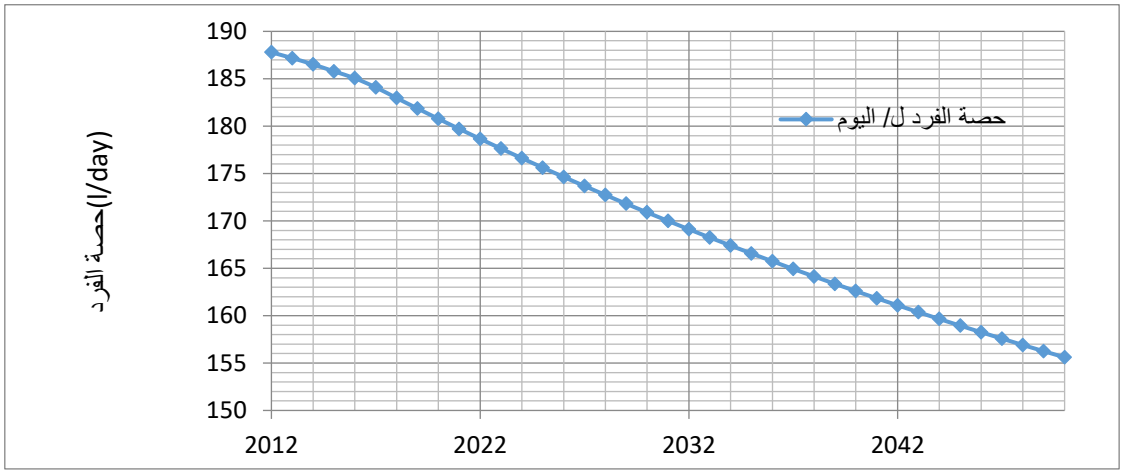
الجدول رقم (3) نمو الاحتياج المائي السنوي خلال فترة الدراسة m^3

2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	السنة
2389744	2348643	2308248	2268549	2229532	2191186	2153500	الاحتياج المائي m^3
2025	**2024**	**2023**	**2022**	**2021**	**2020**	**2019**	**السنة**
2698313	2651905	2606294	2561469	2517414	2474117	2431565	الاحتياج المائي m^3
2032	**2031**	**2030**	**2029**	**2028**	**2027**	**2026**	**السنة**
3046725	2994324	2942825	2892211	2842468	2793580	2745533	الاحتياج المائي m^3
2039	**2038**	**2037**	**2036**	**2035**	**2034**	**2033**	**السنة**
3440124	3380958	3322809	3265660	3209493	3154293	3100043	الاحتياج المائي m^3
2046	**2045**	**2044**	**2043**	**2042**	**2041**	**2040**	**السنة**
3884321	3817514	3751857	3687329	3623910	3561582	3500327	الاحتياج المائي m^3
			2050	**2049**	**2048**	**2047**	**السنة**
			4163444	4091837	4021462	3952296	الاحتياج المائي m^3



الشكل رقم (6): الاحتياج المائي السنوي المتوقع m^3

يبين الجدول (4) والشكل (7) العجز المائي السنوي في منطقة المشروع أثناء فترة الدراسة، والذي يتزايد بشكل كبير أثناء هذه الفترة، مما يشكل تحدي حقيقي لسد هذا العجز.

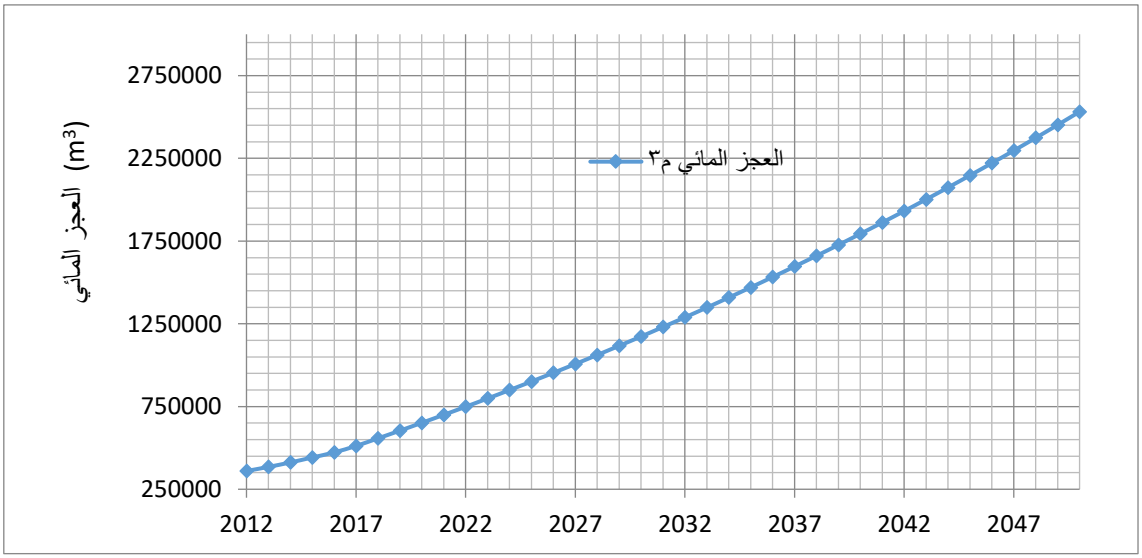


الشكل رقم (7): حصة الفرد اليومية من المياه (l/day)

يبين الجدول رقم (5) والشكل (8) حصة الفرد اليومية من مياه الشرب في السيناريو المرجعي.

الجدول رقم (5): حصة الفرد اليومية من المياه (l/day)

السنة	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
حصة الفرد	187	187	186	185	185	184	182	181
السنة	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
حصة الفرد	180	179	178	177	176	175	174	173
السنة	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
حصة الفرد	172	171	170	169	169	168	167	166
السنة	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043
حصة الفرد	165	164	164	163	162	161	161	160
السنة	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	
حصة الفرد	159	158	158	157	156	156	155	



الشكل رقم (8): العجز المائي السنوي (m^3)

نستنتج من السيناريو المرجعي بأنه إذا ما بقي الوضع على ما هو عليه، من حيث النمو السكاني والضياعات من شبكة التوزيع، سوف تنخفض حصة الفرد اليومية من مياه الشرب من $187\ l/day$ إلى $155\ l/day$ في عام 2050. وذلك بنسبة 20%، لذلك كان لابد من البحث عن مجموعة من الحلول، لتدارك ظهور المشاكل في المستقبل، وهذا ما سنناقشه في الفقرات التالية.

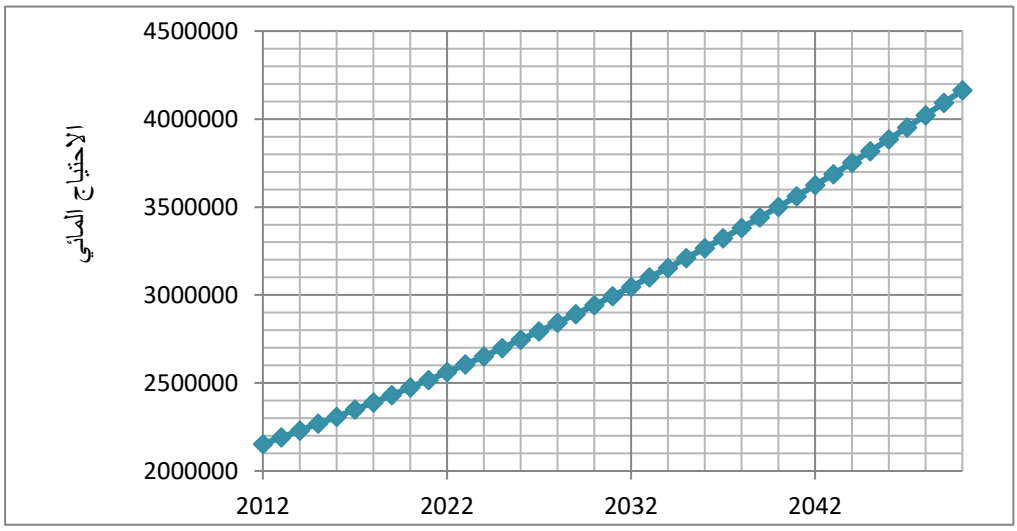
2.6 سيناريو تخفيض الضياعات من الشبكة حتى نسبة 10%:

لاحظنا في السيناريو المرجعي انخفاض في حصة الفرد اليومية من مياه الشرب، بلغت ما يزيد عن20%، بسبب وجود مجموعة من المشاكل، منها الضياعات في الشبكة حتى 40%، وهي نسبة كبيرة و تعود هذه النسبة الكبيرة من الضياعات إلى الهدر الكبير في المياه، إما عن طريق تسرب المياه من الشبكات، وذلك لقدمها وإهتلاكها، أو عن طريق استخدام المياه لغير غايتها كمياه شرب (سقاية الأراضي الزراعية، وغسيل السيارات والشوارع، وتغذية الآبار المحلية .....الخ)، إن الهدف الأساسي لهذا السيناريو تخفيض الهدر في المياه، لنصل إلى نسبة، 10%، وذلك عن طريق استبدال الشبكات المهترئة، وتفعيل دور الضابطة المائية للحد من مخالفات المياه، رغم ان هذا التخفيض سيتطلب اعمال كبيرة واضافية تزيد من الكلفة الاقتصادية، إن المتغير الذي اختلف في هذا السيناريو عن السيناريو المرجعي هو نسبة المياه المتسربة، لذلك سيكون عدد السكان واحتياجاتهم السنوية من المياه متساويتان في كلا السيناريوهين.

يبين الجدول (6) والشكل (9) الاحتياج المائي السنوي في حال تخفيض الضياعات في الشبكة من 40% حتى 10%.

الجدول رقم (6) : الأحتياج المائي السنوي (m^3)

السنة	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
الاحتياج المائي m^3	2153500	2191186	2229532	2268549	2308248	2348643	2389744
السنة	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
الاحتياج المائي m^3	2431565	2474117	2517414	2561469	2606294	2651905	2698313
السنة	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
الاحتياج المائي m^3	2745533	2793580	2842468	2892211	2942825	2994324	3046725
السنة	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
الاحتياج المائي m^3	3100043	3154293	3209493	3265660	3322809	3380958	3440124
السنة	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
الاحتياج المائي m^3	3500327	3561582	3623910	3687329	3751857	3817514	3884321
السنة	2047	2048	2049	2050			
الاحتياج المائي m^3	3952296	4021462	4091837	4163444			

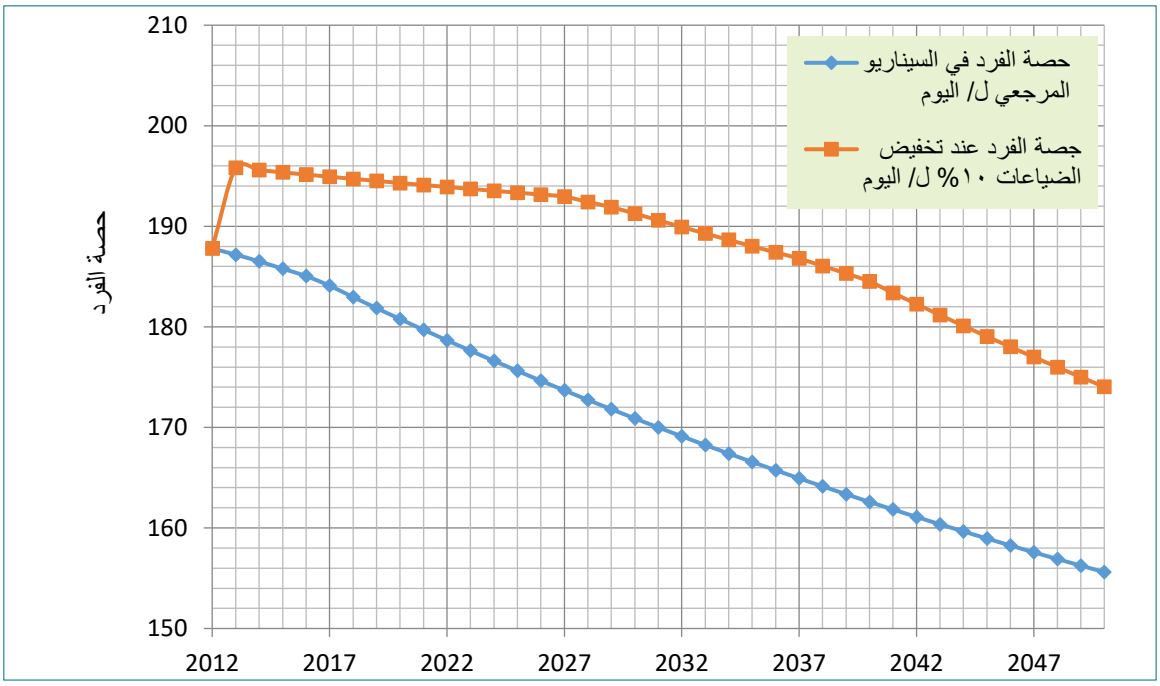


الشكل رقم (9): الأحتياج المائي السنوي (m^3)

يبين الجدول (7) والشكل (10) حصة الفرد اليومية من مياه الشرب وفق هذا السناريو، ومقارنتها مع حصة الفرد في السيناريو المرجعي.

الجدول رقم (7) : حصة الفرد اليومية من مياه الشرب (l/day)

السنة	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
حصة الفرد	187	195	195	195	195	194	194	194
السنة	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**
حصة الفرد	194	194	193	193	193	193	193	192
السنة	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
حصة الفرد	192	191	191	190	189	189	188	188
السنة	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**	**2040**	**2041**	**2042**	**2043**
حصة الفرد	187	186	186	185	184	183	182	181
السنة	**2044**	**2045**	**2046**	**2047**	**2048**	**2049**	**2050**	
حصة الفرد	180	179	178	176	175	175	174	



الشكل رقم (10): مقارنة بين حصة الفرد من مياه الشرب في السيناريو المرجعي وفي سيناريو الضياعات 10%.

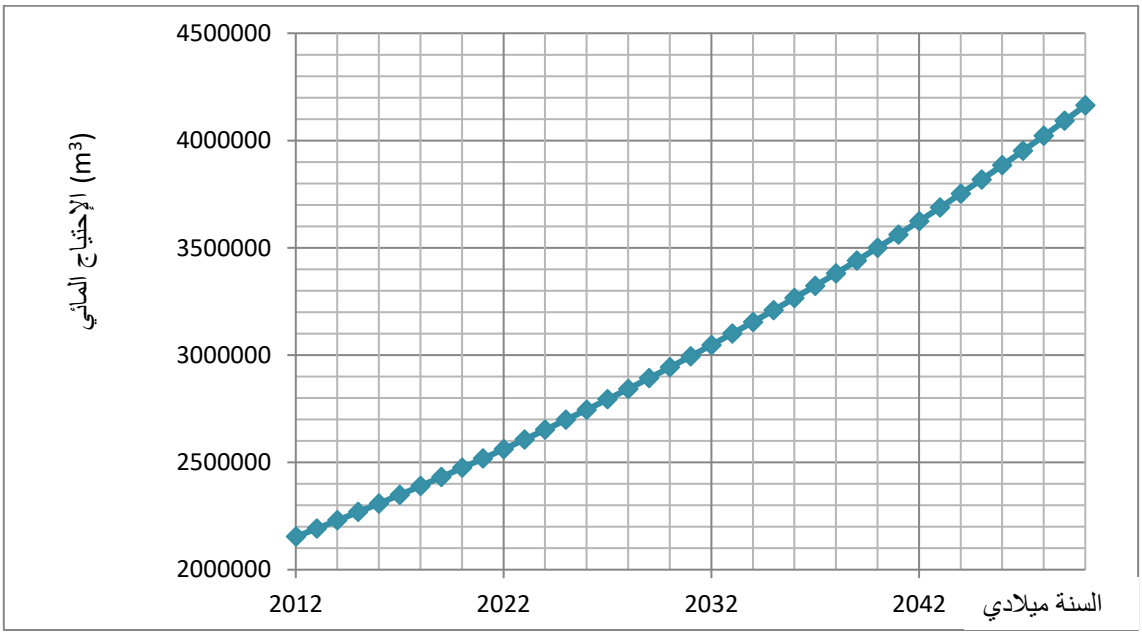
بالمقارنة بين هذا السيناريو بالسيناريو المرجعي نلاحظ ارتفاعاً ملحوظاً في حصة الفرد من مياه الشرب في آخر سنة من الدراسة 2050، حيث ارتفعت الحصة من (155 l/day) في السيناريو المرجعي إلى (174 l/day) في هذا السيناريو، أي بزيادة 13%، هذه الزيادة الملحوظة في حصة الفرد، تأتي بإجراءات مناسبة كتفعيل الضابطة المائية للحد من الاستخدام العشوائي للمياه، إضافة لاستبدال الشبكات المهترئة، وسرعة الاستجابة لإصلاح الأعطال في الشبكة، بكلفة مقبولة تزداد مع زيادة نسبة الهدر.

3.6 سيناريو انشاء محطة تصفية على سد 16تشرين:

يناقش هذا السناريو خطة وزارة الموارد المائية بإنشاء محطة تصفية على مخرج نفق سد 16 تشرين، بتدفق تصميمي يبلغ ($1m^3/sec$)، التي تتغذى من سد 16 تشرين البالغ حجمه التخزيني ($210\ Mm^3$) ، حيث يتوقع الانتهاء من تنفيذ هذا المشروع عام 2020، وقد تقرر أن تكون حصة منطقة برج سلام ($0.1m^3/sec$) من تدفق هذا المشروع، يبين الجدول(8)، و الشكل(11) الاحتياج المائي في سيناريو محطة تصفية على سد 16 تشرين.

الجدول رقم(8): الاحتياج المائي السنوي (m^3)

السنة	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
الإحتياج المائي m^3	2153500	2191186	2229532	2268549	2308248	2348643	2389744
السنة	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
الإحتياج المائي m^3	2431565	2474117	2517414	2561469	2606294	2651905	2698313
السنة	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
الإحتياج المائي m^3	2745533	2793580	2842468	2892211	2942825	2994324	3046725
السنة	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
الإحتياج المائي m^3	3100043	3154293	3209493	3265660	3322809	3380958	3440124
السنة	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
الإحتياج المائي m^3	3500327	3561582	3623910	3687329	3751857	3817514	3884321
السنة	2047	2048	2049	2050			
الإحتياج المائي m^3	3952296	4021462	4091837	4163444			

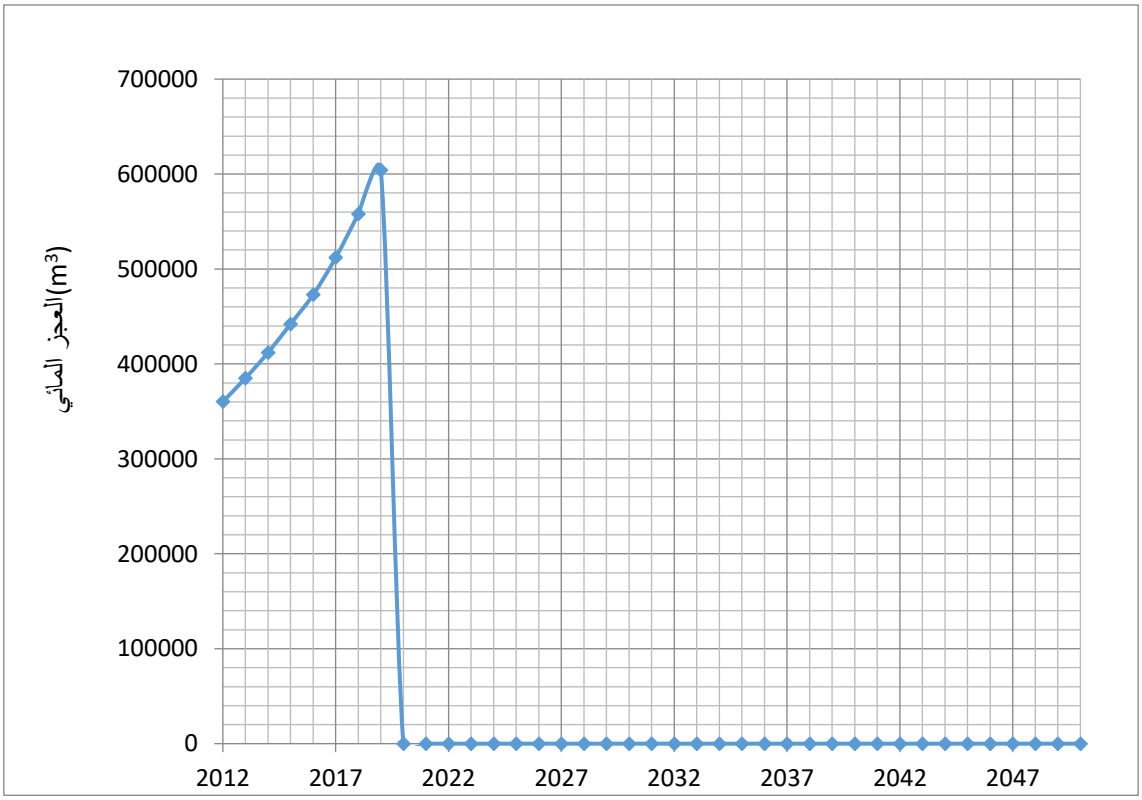


الشكل رقم (11): الإحتياج المائي السنوي (m^3).

يبين الجدول (9) حجم العجز المائي في منطقة الدراسة، حيث يلاحظ انخفاض حجم العجز في سنة 2020 بشكل كبير (الشكل رقم 12) نتيجة دخول المحطة في الاستثمار، حيث يلاحظ في سنة 2050 تغطية احتياجات الفرد من المياه بنسبة 100% في هذا السيناريو.

الجدول رقم (9): العجز المائي السنوي (m3)

السنة	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
العجز المائي m^3	360258	384963	411851	442036	472773	511884	557760
السنة	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
العجز المائي m^3	604212	0	0	0	0	0	0
السنة	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
العجز المائي m^3	0	0	0	0	0	0	0
السنة	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
العجز المائي m^3	0	0	0	0	0	0	0
السنة	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
العجز المائي m^3	0	0	0	0	0	0	0
السنة	2047	2048	2049	2050			
العجز المائي m^3	0	0	0	0			

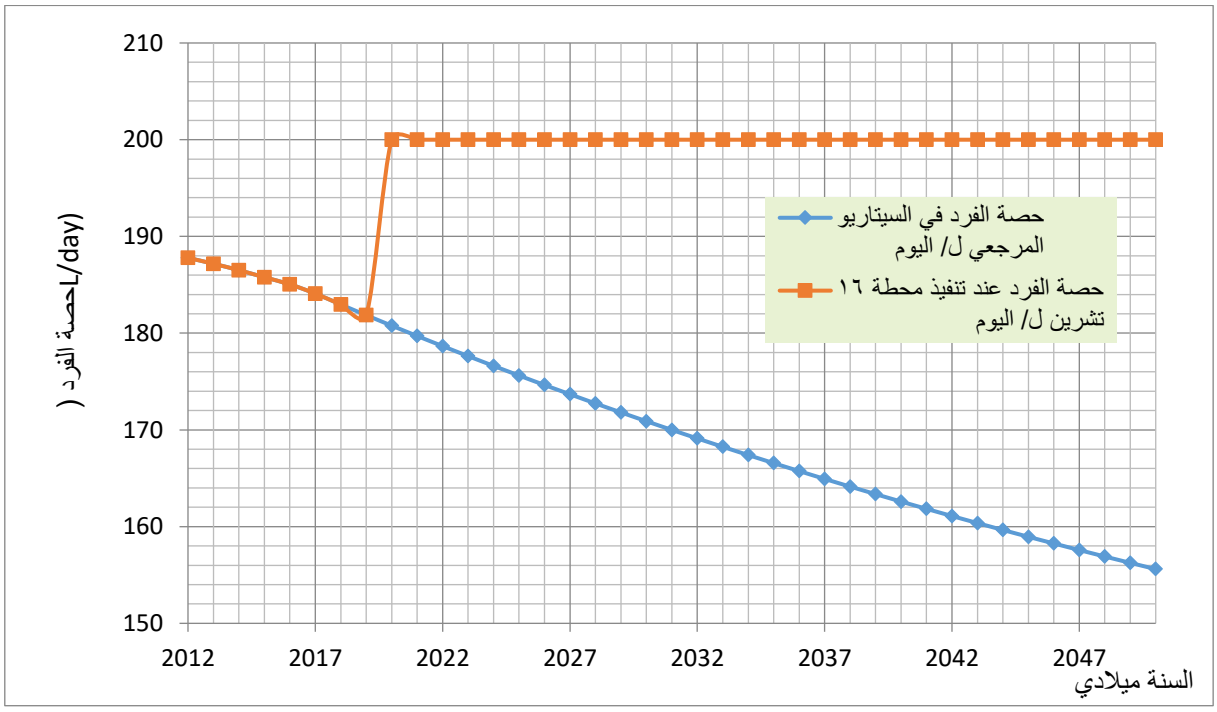


الشكل رقم (12): العجز المائي السنوي (m^3)

يبين الجدول (10) والشكل (13) حصة الفرد اليومية من مياه الشرب، عند تنفيذ محطة تصفية على بحيرة سد 16 تشرين.

الجدول رقم (10) حصة الفرد اليومية (L/day)

السنة	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
حصة الفرد	187	187	186	185	185	184	182	181
السنة	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
حصة الفرد	200	200	200	200	200	200	200	200
السنة	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
حصة الفرد	200	200	200	200	200	200	200	200
السنة	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043
حصة الفرد	200	200	200	200	200	200	200	200
السنة	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	
حصة الفرد	200	200	200	200	200	200	200	



الشكل رقم (13): مقارنة بين حصة الفرد من مياه الشرب في السيناريو المرجعي وفي سيناريو محطة تصفية سد 16 تشرين.

نلاحظ زيادة ملحوظة في حصة الفرد اليومية من مياه الشرب في عام 2050 من (155 L/day) في السيناريو المرجعي إلى (200 L/day)، وهكذا تم حل مشكلة العجز المائي، لكن مشكلة هذا السيناريو هو التكلفة العالية في تنفيذه.

7. الاستنتاجات والتوصيات:

تم في هذا البحث إنشاء نموذج رياضي لمنطقة برج سلام باستخدام برنامجWEAP21، حيث تم جمع المعلومات المتعلقة بمناطق الاحتياج، من عدد سكان في القرى ونمو سكاني من خلال الإحصاء السكاني لمحافظة اللاذقية، الذي قام به المكتب المركزي للإحصاء عام 2012، وقدر استهلاك الفرد من المياه بـ (200 L/day)، كما تم ادخال نسبة الهدر البالغة 40%، حيث تم جمع هذه المعلومات من المؤسسة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي في محافظة اللاذقية ومن وزارة الموارد المائية، وذلك لعمل موازنة مائية لمنطقة الدراسة، من أجل دراسة الوضع المائي الحالي والمستقبلي في المنطقة، وتم ادخال هذه المعلومات إلى برنامج WEAP21، حيث تم فرض ثلاثة سيناريوهات وهي:

1- السيناريو المرجعي، الذي يعد سيناريو المقارنة لبقية السيناريوهات واظهر هذا السيناريو انخفاض حصة الفرد اليومية من (188 L/day) عام 2012 إلى (155 L/day) عام 2050.

2- تخفيض ضياعات المياه من 40% لتصل الى 10%، وكانت النتيجة زيادة حصة الفرد عام 2050 إلى (174 L/day) بنسبة زيادة تصل إلى 13% عن السيناريو المرجعي.

3- إنشاء محطة تصفية على سد 16 تشرين بطاقة ($1m^3/sec$) عام 2020 حيث قدرت حصة منطقة الدراسة ($0.1m^3/sec$)، وكانت حصة الفرد من مياه الشرب في هذا السيناريو عام 2050 هي (200 L/day) بزيادة 29% عن السيناريو المرجعي، وقد تم حل مشكلة العجز المائي في هذا السيناريو.

نلاحظ من هذه السيناريوهات إمكانية التدرج باتخاذ القرار من الناحية المادية والزمنية، حيث يمكن البدء بالحل بتخفيض نسبة الضياعات من الشبكة، حيث أن هذا الإجراء يتم عن طريق تفعيل دور الضابطة المائية، للحد من الهدر والاستجابة السريعة لإصلاح الأعطال، واستبدال الشبكات المهترئة، وهذا الإجراء يعتبر سريع نوع ما وذا كلفة مقبولة نسبيا.

أما على المستوى الزمني المتوسط المدى يأتي سيناريو محطة تصفية سد16 تشرين، حيث يتطلب الانتهاء منها مدة تزيد عن 3 سنوات، كما أنها مكلفة من الناحية المادية لكن بالمقابل تزيد حصة الفرد من مياه الشرب بنسبة 30%.

إن استخدام برمجيات حديثة مثل WEAP لإدارة الموارد المائية وتفعيل دورها له أهمية كبيره، فهي أدوات سريعة وسهلة للوصول للنتائج بسرعة ودقة مقبولة، لوضع خطة منظمة مستقبلية، تأخذ بعين الاعتبار التوسع في دراسة الطبقة الحاملة للمياه في هذه المنطقة، إضافة إلى دراسة إمكانية زيادة الضخ من هذه الطبقة، مع الحفاظ على مخزون الطبقة الحاملة من الاستنزاف.

المراجع

1- Abdo, R. (2009). Evaluation of Urban Water Supply Options Using WEAP: The Case of Nablus City. Nablus: Master Degree, Thesis, An-Najah National University.

2- ANDAH, W., GIESEN, N., & BINEY, C. (2003). Water,climate, and environment in the Volta basin. Contribution to the project ADAPT, p. 41.

3- Angele, M., Agarwal, A., Bhatia, R., Chéret, I., Poblete, S., Falkenmark, M., . . . Wright, A. (2000). Integrated Water Resources Management. Global Water Partnership. Technical Advisory Committee (TAC).

4- Hoff, H., Noel, S., Droogers, P., & Dent, D. (2007). Water use and demand in the Tana Basin: analysis using the Water Evaluation and Planning tool (WEAP). ISRIC-World Soil Information., 4, pp. 5-25.

5- Hoff, H., Swartz, C., Yates, D., & Tielborger, K. (2007). Water Management under Extreme Water Scarcity: Scenario Analysis for the Jordan River Basin, Using WEAP21. Water saving in Mediterranean agriculture and future research , 2, pp. 321-331.

6- Hydrologic Engineering Center, U.S. ArmyGrops of Engineers. (n.d.). Accounting for water supply and demand: An application of computer programWEAP to the Upper Chattahoochee river basin, Georgia. Training document(34), p. 28.

7- LEVITE, H., SALLY, H., & COUR, J. (2003). Testing water demand management scenarios in a water-stressed basin in South Africa: application of the WEAP model. Physics and chemistry of the earth, pp. 779-786.

8- Sanjaq, L. M. (2009). The Use of Water Evaluation and Planning" WEAP" Program as a Planning Tool for Jerusalem Water Undertaking" JWU" Service Area. Nabuls: PhD diss., An-Najah National University.

9- Solanes, M., & Gonzalez-Villarreal, F. (1999). The Dublin principles for water as reflected in a comparative assessment of institutional and legal arrangements for integrated water resources management. Stockholm: Global Water Partnership.WOSTL, C. (2007). Transitions toward adaptive management of water facing climate and global change. Water resources management, 21, pp. 49-62.

10- شركةDHV ، TNO-NITGالهولندية .(2004) .مشروع إدارة الموارد المائية في حوض الساحل.552 .

11-لمؤتمر الدولي المعني بالمياه والبيئة. (31 كانون الثاني، 1992). بيان دبلن بشأن تنمية المياه والتنمية المستدامة. دبلن، ايرلندا.

12-أمجد شاكر، بسام فركوح، و وائل أبوشعر. (2006). الادارة المكاملة للموارد المائية في إطار مشروع التيمبوس. دمشق: جامعة دمشق.

13-لمى علي. (2011). دارة الموارد المائية الجوفية في منطقة برج إسلام. اللاذقية: رسالة ماجستير في جامعة تشرين.

14-محمود السباعي، إيهاب جناد، و عبدالله الدروبي. (2008). التغير المناخي وتأثيره على الموارد المائية في المنطقة العربية. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والراضي القاحلة (أكساد). القاهرة: المؤتمر الوزاري العربي للمياه.

15-مديرية الاستثمار. (2017). تقرير تدفقات آبار مياه الشرب في محافظة اللاذقية. اللاذقية: المؤسسة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي في محافظة اللاذقية.

16-ياسر حمدان، و محمد الخطيب. (2011). واقع استثمار الموارد المائية لنهر الفرات وافاق تطويرها. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، 33(العدد 4)، الصفحات 107-125.

بشرى خزام، (2008)، ترشيد استخدام الموارد المائية في حوض العاصي الأعلى باستخدام برنامج WEAP21، رسالة دكتوراه جامعة البعث.