مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (34) العدد (5) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (34) No. (5) 2012

إدارة إمداد المنطقة الساحلية بمياه الشرب من نبع السن باستخدام برنامج WEAP21

الدكتورة هناء سلمان*
الدكتور علي محمد الأسعد**
رنيم سلمان الحطاب***

(تاريخ الإيداع 30 / 8 / 2012. قُبِل للنشر في 14/ 10 / 2012)

□ ملخّص □

يعد نبع السن من أهم مصادر المياه العذبة في القطر العربي السوري، ويشكل المصدر الأساسي في الساحل السوري لتأمين مياه الشرب والاستخدام المنزلي لمدن اللاذقية، طرطوس، جبلة، القرداحة، الحفة والكثير من القرى التابعة لها، إضافة إلى تأمينه حاجات الزراعة وري مساحات شاسعة من سهول جبلة وتلبيته لحاجات الصناعة سواءً لمصفاة بانياس أو للعديد من المعامل، وأهمية هذا المصدر المائي تقتضي اتخاذ كافة الإجراءات لحمايته من حدوث عجز مستقبلي في قدرته على التزويد بالمياه بالكمية والنوعية والزمن المناسب.

لذا تم استخدام نظام تخطيط وتقييم المياه WEAP21 لبناء نموذج رياضي يحاكي الواقع الحالي لاستثمار النبع لفترة زمنية للدراسة تمتد من العام 2009 وهي السنة الأساسية للحسابات ولغاية العام 2030 ، وتبين أنه سوف يحدث عجزاً يبدأ من العام 2010 بمقدار (3 مليون متر مكعب) ويزداد العجز ليصل إلى (46.4 مليون متر مكعب) في العام 2030. ولتلافي حدوث العجز تم وضع سيناريوهات مختلفة لإدارة الاحتياج Demand Management وإدارة التزويد Management Supply مثل سيناريو ترشيد الاستهلاك وتنظيم الضخ، سيناريو تحديد أولويات مواقع الطلب، سيناريو التحكم بغزارة المفيض وتخفيض الهدر إلى البحر، سيناريو استخدام أساليب الري الحديثة وتوفير المياه، وكانت نتيجة هذه السيناريوهات اختفاء العجز بشكل كلي على كامل سنوات الدراسة وتأمين مخزون مياه إضافي للسن يبلغ (100مليون متر مكعب).

الكلمات المفتاحية: نظام تخطيط وتقييم المياه– إدارة التزويد، إدارة الاحتياج– تخصيص المياه – نبع سن.WEAP21

* أستاذ مساعد –قسم الهندسة البيئية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية
**أستاذ– قسم الهندسة المائية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية
***طالبة دراسات عليا (ماجستير)– قسم الهندسة البيئية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (34) العدد (5) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (34) No. (5) 2012

Water Supply Management Of The Coastal Area From AL-Sen Spring Using WEAP21

Dr. Hana Salman*
Dr. Ali Mohammad al Asaad**
Ranim Salman Hattab***

(Received 30 / 8 / 2012. Accepted 14 / 10 / 2012)

□ ABSTRACT □

Sen Spring is one of the most important sources of fresh water in the Syrian Arab Republic, and the primary source in the Syrian Coast to secure drinking water and domestic use of the cities: Lattakia, Tartous, Jableh, Kurdaha, Hafi and many villages affiliate, in addition to securing the needs of agriculture and responsive to the needs of the industry, both for the Banias Refinery or for many of the manufacturers, and the importance of this source of water required to take all measures to protect it from future shortfalls in its ability to supply water quantity and quality and at the right time.

So was the use of evaluation and planning system WEAP21 to build a mathematical model that simulates the current reality to invest spring for a time period of the study extends from the year 2009, the base year for calculations until the year 2030. It shows that it will cause a deficit at the start of the year 2010 worth 3 MCM , and this deficit will increase to reach 46.4 MCM in 2030. In order to avoid deficits, different scenarios have been developed for the Demand Management and Supply Management: such as the scenario to rationalize consumption and organize pumping, the scenario to prioritize sites demand, the scenario to control profusely spillway and reduce water that goes into the sea, and the scenario that uses modern irrigation methods and water supply. The result of such

scenarios has been the disappearance of the deficits entirely throughout the full years of study and the securing of supplementary water storage to Sen amounting to 100MCM.

Keywords:WEAP21, Water Evaluation And planning System, Supply Management، Demand Management، Water Allocation , spring Sen.

* **Associate Professor -Department of Environmental Engineering-Tishreen University- Latakia - Syria**
** **Professor - Department of Water Engineering - Tishreen University - Latakia – Syria**
*** **Master student - Department of Environmental Engineering - Tishreen University - Latakia - Syria**

مقدمة

تواجه العديد من دول العالم تحديات كبيرة في إدارة الموارد المائية وتنظيم استهلاكها بين قطاعات الاستهلاك المختلفة المتنافسة، خصوصاً في ظل تغيرات مناخية تؤثر بشكل سلبي على غزارة هذه الموارد وديمومتها، مما أدى إلى تزايد الاهتمام بكيفية توزيع هذه الموارد المحدودة وضمان جودتها وإعادة النظر في سياسات استخدام المياه بعيدة المدى. لذا استخدمت العديد من النماذج والبرامج الحاسوبية لتحقيق هذه الغاية ومنها نظام تخطيط وتقييم الموارد المائية WEAP21 (Water Evaluation And Planning System) الذي صممه معهد ستوكهولم للبيئة (Stockholm Environment Institute) عام 2002، وساهم في دعمه وتطويره وتمويله كل من مركز الهيدرولوجيا الهندسية لفيلق مهندسي الجيش الأمريكي، اليونسكو، البنك الدولي، الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية، وكالة حماية البيئة الأمريكيةEPA [1].

وطبق نظام تخطيط وتقييم الموارد المائيةWEAP21 في العديد من دول العالم كنظام لدعم اتخاذ القرار Decision Support System في مجال إدارة استهلاك المياه وتقييم جودتها. ومن هذه الدول الولايات المتحدة الأمريكية، ألمانيا، غانا، كينيا، جنوب إفريقيا، عمان، الهند، نيبال، الصين، كوريا الجنوبية والعديد من الدول الأخرى[1]. يساعد برنامج WEAP21 في الوصول إلى نظام لدعم اتخاذ القرار في إدارة الموارد المائية وتوزيع حصص المستهلكين بما يتفق مع الحاجة الحالية والمستقبلية والحفاظ على المورد المائي، بحيث يكون هذا النموذج مرناً قابلاً للتطبيق على جميع أنظمة الأحواض النهرية أينما وجدت [2]. وقدأجريت دراسة في عام 2003 على نهر Olifants في جنوب إفريقيا بعد أن تعرض هذا المصدر لضغط الاستهلاك ولم تعد كمية المياه كافية للمستهلكين، باستخدام برنامج WEAP21 للإدارة في حل مشكلة توزيع المياه، حيث اختيرت سيناريوهات إدارة الطلب على المياه وأولويات التزويد حسب الحاجات الملحة للاستهلاك، فكانت نتيجة الدراسة إعادة تقسيم المياه بين المستهلكين وتنظيم حصص الاستهلاك حسب أولوية التزويد وأولوية الاحتياج مع الحفاظ على المصدر المائي محققين معادلة توازن الكتلة للمصدر المائي [3]. ومن التجارب العربية التي استخدمت برنامجWEAP21 في إدارة الموارد المائية، بحث أجري في فلسطين عام 2008 حيث استخدم البرنامج كأداة للتخطيط في المنطقة المخدمة في رام الله والبيرة، بهدف محاكاة واقع الاستهلاك وتقييم الخيارات المختلفة وإعداد سيناريوهات مختلفة لأولويات الطلب وأفضليات التزويد، أشارت الدراسة إلى أن حاجة الفلسطينيين المتزايدة في هذه المنطقة تتطلب تأمين مصادر تزويد إضافية لسد الاحتياجات المائية التي تقارب 40 مليون متر مكعب في نهاية عام 2025 [4]. ومن التجارب المحلية التي استخدمت برنامجWEAP21 دراسة في عام 2008 هدفها إدارة الموارد المائية المتوفرة في حوض العاصي الأعلى من الحدود السورية اللبنانية وحتى سد قطينة. حُددت أولويات الطلب Demand Priority على المياه لمواقع الاحتياج المختلفة التي تعتمد في تزويدها على مياه نهر العاصي وأعطيت أفضليات تزويد مختلفة Supply Preference وفق عدة سيناريوهات للأفضلية لكل موقع، ومن النتائج أنه عند اختيار سيناريو تحسين كفاءة شبكات الري والشرب وتخفيض حصة الفرد من مياه الشرب من L/D185 إلى L/D110 في المدينة ومن 120 L/D إلىL/D90 في الريف، فإن كمية العجز سوف تنخفض بنسبة تزيد عن 65% عن العجز في الواقع الحالي [5]. ويتناول البحث الحالي استخدام برنامج WEAP21 لإدارة استهلاك مياه نبع السن لصالح جميع الاستخدامات كتزويد المياه لأغراض الشرب والاستخدام المنزلي والري والصناعة والاحتياجات البيئية مع الحفاظ على المصدر المائي وتحقيق ديمومته.

أهمية البحث وأهدافه

لم تتطرق الأبحاث السابقة التي درست نبع السن إلى موضوع إدارة مياهه بهدف تزويد المنطقة الساحلية بمياه الشرب والاستخدام المنزلي الذي يمثل قطاع الاستهلاك الرئيسي لمياه السن، ولم ينفذ أي نموذج رياضي على هذا المصدر المائي. وانطلاقاً من أهميته الإستراتيجية كان هدف هذا البحث تحليل سياسة استهلاك مياه النبع الحالية، و دراسة إمكانية حدوث عجز مستقبلي في تزويده للمياه إلى المستهلك مع توقع زمنه وكميته والعمل على تلافيه، إضافة إلى وضع خطة لتحديد أولوية توزيع حصص المياه للمستهلكين Priority of water Allocation وسيناريوهات مختلفة لإدارة الاحتياج Demand Management وإدارة التزويد Supply Management.

طرائق البحث ومواده

اعتمد تنفيذ هذا البحث على استخدام البرمجيات، والبيانات المُجَدْولة، والصور الفضائية، والخرائط الجيولوجية والطبوغرافية بمقاييس مختلفة، وجمع البيانات ومعالجتها إحصائياً باستخدام EXCEL، إضافة إلى جمع المعطيات اللازمة لإعداد المدخلات وبناء النموذج باستخدام برنامج WEAP21.

- **منهجية العمل في برنامج WEAP21**

تتضمن تطبيقات برنامج WEAP21 خطوات متعددة، تبدأ بوضع الإطار الزمني للدراسة واختيار سنة الأساس أو مايسمى بسنة الحسابات الحالية في البرنامج Current account year، التي تمثل تعريفاً أساسياً للنظام المائي المدروس كما هو موجود حالياً، وتعتبر التقييم الأفضل المتاح للنظام المائي الحالي، وهي السنة الأولى التي ستعتمد في السيناريوهات، يتم اختيارها بناء على توفر جميع البيانات المطلوبة لإدخالها في البرنامج، وتحديد السنة الأخيرة في تطبيق سيناريوهات البرنامج Last year of Scenarios ، إضافةً إلى تحديد الإطار المكاني وذلك بتحديد الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة. ثم تحديد مكونات النظام لمنطقة الدراسة، مثل الاحتياج المائي لمواقع الطلب، موارد المياه السطحية والجوفية المتوفرة، المياه الراجعة من محطات المعالجة والمدن، بالإضافة إلى المعطيات الهيدرولوجية (كمية الهطولات المطرية، التبخر، سنوات الجفاف والرطوبة...). يستخدم المبرمج مجموعات بديلة (سيناريوهات) من الفرضيات المستقبلية أو السياسات التي تؤثر في الشروط الهيدرولوجية والاحتياج والتزويد، حيث تظهر هذه السيناريوهات تأثير خيارات التطوير المختلفة وبالتالي تساعد المبرمج على تقييم وتخطيط وإدارة الموارد المائية مع تغير هذه المعطيات والاعتبارات التي تحدد سياسة التخطيط البعيدة المدى [2،6].

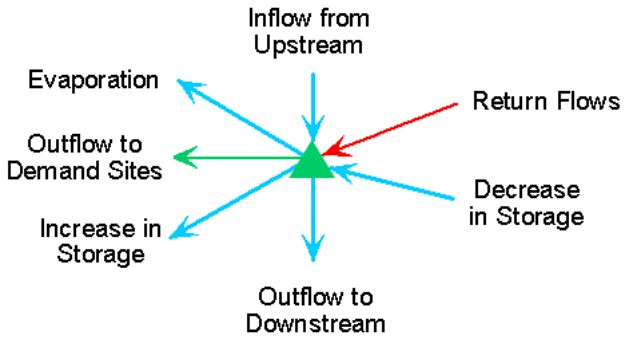
استُخدمت البرمجة الخطية (LP) لحل مشكلة توزيع المياه بهدف تحقيق الاحتياج وفق أولويات التزويد وأفضليات الاحتياج، وتحقيق معادلة توازن الكتلة.Mass Balance equation . وتراعى مجموعة من القيود بشكل متكرر عند كل خطوة زمنية جديدة. وقد جرى اعتماد الأولويات لمواقع الاحتياج المنفصلة ، ومتطلبات تدفق النهر من خلال إعطائها أرقاماً صحيحة تتراوح بين القيمة (1) وهي أولوية عليا وحتى (99) وهي أولوية دنيا. فالمعطيات مع أولوية من المقام (1) هي عناصر لمجموعة التكافؤ (1)، والمعطيات مع أولوية من المقام (2) هي عناصر لمجموعة التكافؤ(2).

هدف البرمجة الخطية هو الحصول على تغطية أعظمية لمواقع الاحتياج ضمن تلك المجموعة من المياه. عند الحل الخاص بالأولوية (1)، فإن نظام WEAP21 سيعلق في(LP) الحلول للاحتياجات مع أولوية ذات القيمة (2)

والأخفض منها، ومن ثم تضمن الحلول التكافؤ بين جميع عناصر الأولوية (1) بعدئذ يتم تفعيل الأولوية (2) وهكذا حتى تغطية جميع الأولويات وحسب التسلسل وتبعاً لتوفر المياه [7،6].

تعد معادلة توازن الكتلة أساس الحسابات المائية في برنامج WEAP21، أي التدفق الكلي الداخل إلى المصدر المائي يساوي التدفق الإجمالي الخارج منه مضافاً إليه كمية المياه المخزنة سواءً في خزانات تجميع المياه أو في طبقة المياه الجوفية الحاملة. تطبق معادلة توازن الكتلة على كل موقع احتياج على حدة وتشكل كل معادلة توازن الكتلة قيداً من القيود في البرمجة الخطية[8]، وتمثل معادلة توازن الكتلة بالشكل التالي:

mass balance equation(inflow = outflow)



الشكل(1) تمثيل معادلة توازن الكتلة للمصدر المائي

فتكون معادلة توازن الكتلة التفصيلية للمصدر المائي كما يلي:

Upstream Inflow + Return Flows + Storage Decrease = Downstream Outflow + Evaporation + TransLink Inflow$_{,DS}$ + Storage Increase (1)

Upstream Inflow: التدفق أعلى النهر

Return Flows: التدفقات الراجعة إلى النهر

Storage Decrease: الزيادة في حجم التخزين في المياه الجوفية

Downstream Outflow: التدفق أسفل النهر

Evaporation: التبخر

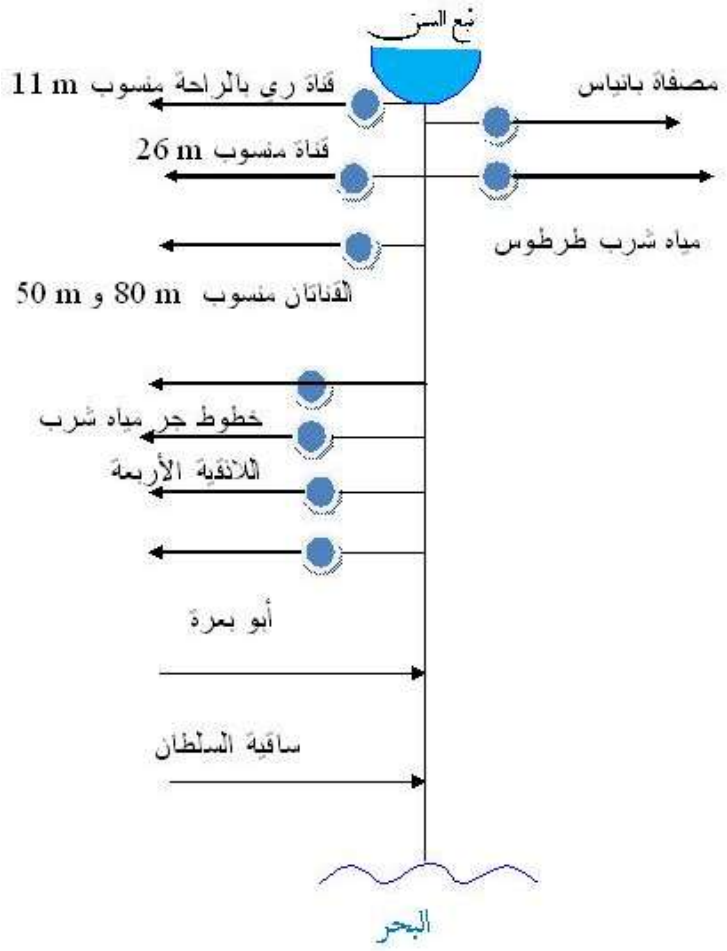
TransLink Inflow$_{,DS}$: وصلات الجريان بين المصدر المائي وموقع الاحتياج

Storage Storage Increase: النقص في حجم التخزين في المياه الجوفية

المشاريع المقامة على نبع السن

أقيم سد على نبع السن في عام 1950 مشكلاً أمامه بحيرة السن [9]، مساحتها السطحية $72000m^2$ ، وعمقها الوسطي 7m [9] ، فتكون السعة التخزينية الوسطية التقريبية $504000m^3$. بدأ الاستثمار المنظم لمياه نبع السن في عام 1952 من خلال ري مساحة قدرها 450 هكتاراً بالقرب منه بواسطة القناة ذات المنسوب 11مترا عن سطح البحر التي تأخذ مياهها بالراحة. ثم توسع مشروع الري في عام 1955 حيث أقيمت قناة ثانية ذات منسوب 26 مترا عن سطح البحر، تأخذ مياهها بواسطة الضخ لتروي مساحة قدرها 2750 هكتاراً. ثم أقيمت القناة الثالثة ذات المنسوب 50 متراً ووضعت في الاستثمار في عام 1965 لتروي مساحة قدرها 3700 هكتاراً. وفي عام 1968 أقيمت القناة الرابعة ذات المنسوب 80 متراً عن سطح البحر، لتصبح المساحة الإجمالية المروية من نبع السن 8960 هكتاراً

وبتصريف إجمالي قدره 4.5 m^3 /sec ولفترة تبدأ من 1/نيسان (أبريل) من كل عام وتنتهي في 30/تشرين الأول (أكتوبر) من العام ذاته منه [9]. بالإضافة إلى العديد من مشاريع مياه الشرب التي بدأ تنفيذها منذ عام 1971، وكان أولها مشروع مياه شرب محافظة اللاذقية بخط جر قطره 700 mm ، وبتصريف وسطي قدره 0.4 m^3 /sec ، ودعم هذا الخط عام 1981 بخط جر آخر قطره 1000 mm ، وبتصريف وسطي قدره 0.67 m^3 / sec. بالإضافة إلى خط الجر الثالث قطره 1400 mm ، وبتصريف وسطي 1.245 m^3 / sec [10]. أما خط الجر الرابع فقد تم تنفيذه على مرحلتين، الأولى عام 2000–2001 من خزان قرفيص سعة 5000 m^3 إلى جبلة. وقد نفذت المرحلة الثانية عام2007– 2008 من جبلة إلى الخزان الرئيسي في بوقا طول الخط 12000 m مرحلة أولى، 26500 m مرحلة ثانية. قطر الخط 1000 mm ، الغزارة 0.8 m^3 /sec [11]. وفي عام 1989 بدأ استثمار المياه من أجل إمداد محافظة طرطوس بمياه الشرب بخط جر قطره 1000 mm وبتصريف وسطي قدره 1.125 m^3/sec، وفي نفس العام أقيمت محطة ضخ من أجل إمداد مصفاة بانياس بالمياه وتطور استهلاكها من 0.1 m^3/sec في بدء إقامتها إلى أن وصل إلى 0.5 m^3 /sec [11]. ويوضح الشكل (2) رسم تخطيطي يبيّن المشاريع المقامة على نهر السن،



الشكل (2) رسم تخطيطي يبيّن الالتزامات على نهر السن

يتم ضخ مياه السن إلى محافظة اللاذقية وقراها من خلال خطوط الجر الأربعة والمحاور المقامة عليها، وعدد المحاور التي تزود قرى محافظة اللاذقية ثمانية [12،11]. قسمت محافظة اللاذقية من قبل المؤسسة العامة لمياه الشرب إلى خمس وحدات لتنظيم عملية الجباية والاستهلاك، واستناداً للمشاريع ومحاور الضخ المنفذة فيها ، وهي:

1. وحدة مدينة اللاذقية (مركز المحافظة).
2. وحدة الحفة، يزودها محور الحفة.
3. وحدة جبلة
4. وحدة القرداحة، يزودها محور القرداحة ومحور الفاخورة (اسطامو–جوبة البرغال).
5. وحدة ريف جبلة بمحاور التزويد الخمسة (الدالية، القطيلبية، بيت ياشوط، غنيري، البودي)

دُرست في البحث كل وحدة مياه على حدة بما تتضمنه من مشاريع تزويد من مياه السن ومحاور ضخ إضافة إلى مصادر التزويد الإضافية المتوفرة. يوضح الشكل (3) نبع السن وخطوط الجر الأربعة التي تزود محافظة اللاذقية بمياه الشرب إضافةً إلى موقعي خزاني القلعة بسعة تخزينيةm^3 10000 وبسنادا بسعة تخزينيةm^3 50000 ، ويوضح الشكل(4) حدود مشاريع مياه الشرب المنفذة في محافظة اللاذقية بمختلف مصادر التزويد[12،11].

الشكل (3) خطوط جر مياه نبع السن إلى محافظة اللاذقية

لشكل (4) مخطط حدود مشاريع مياه الشرب المنفذة في محافظة اللاذقية بمختلف مصادر التزويد

الدراسة الكمية لمياه نبع السن باستخدام برنامج WEAP21 وخطوات بناء النموذج

- **تحديد الأفق الزمني للبرنامج**

A . اختيار سنة الحسابات الحالية (سنة الأساس) للبرنامج

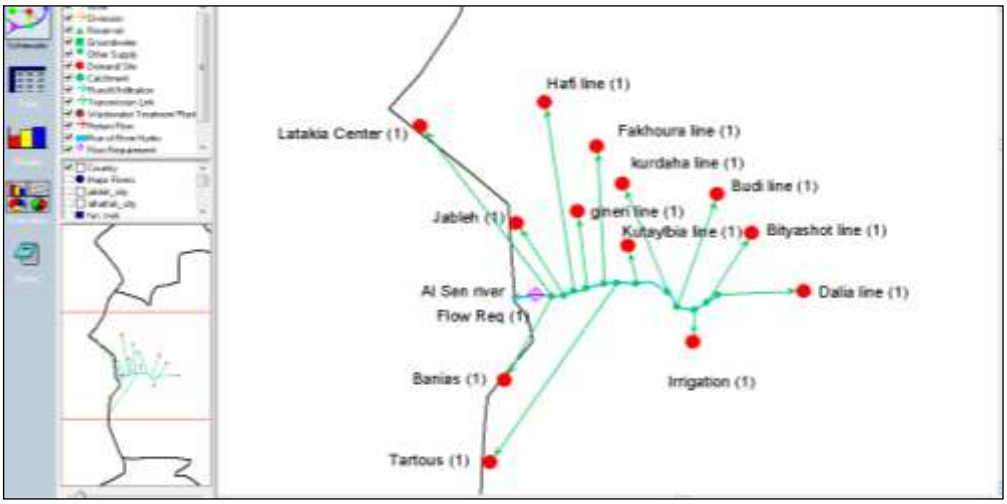
تمثل سنة الحسابات الحالية Current account year التقييم الأفضل المتاح للنظام المائي الحالي، وهي السنة الأولى التي ستعتمد في السيناريوهات. يتم اختيارها بناء على توفر جميع البيانات المطلوبة لإدخالها في البرنامج خلال هذه السنة، وأن تكون هذه السنة ممثلة لمتوسط جريان المصدر المائي فلا تكن سنة جفاف ولا ذات هطل مطري فوق المعدل [8،7،2]. وقد اعتمد عام 2009 هو سنة الأساس للبرنامج في هذه الدراسة.

B. تحديد السنة الأخيرة من البرنامج

يتم تحديد السنة الأخيرة من البرنامج Last year of Scenarios وفق الخطة التي يعتمدها المبرمج في تنظيم استهلاك المصدر المائي، والسيناريوهات المختلفة ومانتطلبها من أفق زمني لتوضيح النتائج. تم اختيار عام 2030 السنة الأخيرة للسيناريوهات.

- **تأسيس منطقة الدراسة**

اعتماداً على خرائط GIS وبإضافة طبقات Vector Layer ذات اللاحقة (Shp) تم تحديد موقع نهر السن ورسمه على واجهة البرنامج، و تحديد مواقع الاحتياج Demand Site المستفيدة من مياه نبع السن، كما يوضحها الشكل (5)، وهي محافظة طرطوس، مصفاة بانياس، محافظة اللاذقية بما تضم من مشاريع ومواقع احتياج كمدينة اللاذقية، مدينة الحفة، مدينة جبلة، مدينة القرداحة بمشروعيها محور القرداحة ومحور الفاخورة(اسطامو–جوبة البرغال)، إضافةً إلى مشاريع ريف جبلة وهي محور البودي، محور غنيري، محور بيت ياشوط، محور القطيلبية، محور الدالية. وتم رسم خطوط نقل المياه بشكل توضيحي Transmission link بين المصدر وبين مواقع الاحتياج المختلفة، إضافة إلى تحديد البيانات الخاصة بكل موقع.



الشكل (5) تأسيس منطقة الدراسة.

- **إدخال بيانات تدفق نهر السن**

يتميز تدفق نهر السن بفترتي جريان، فترة المياه العالية تمتد من كانون الثاني حتى آذار أو نيسان، وفترة المياه المنخفضة خلال الصيف والخريف، حيث يبلغ أدنى تصريف له في أيلول [9].

تم حساب المتوسط الحسابي الشهري للقياسات المائية اليومية لعام 2009 لنهر السن استناداً إلى تقارير الضخ لمركز السن التابع للمديرية العامة للموارد المائية في اللاذقية [13]، وأدخلت قيم المتوسطات الحسابية للتغيرات الشهرية للقياسات المائية لنهر السنMonthly Variation إلى البرنامج ضمن بند السلاسل الزمنية الشهرية Monthly time Series Wizard، ويوضح الجدول (1) قيم المتوسطات الحسابية المدخلة إلى البرنامج.

جدول (1) المتوسطات الحسابية الشهرية لغزارة الضخ من السن لعام 2009 (m^3/sec) [9]

الشهر	ك2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت1	ت2	ك1
متوسط حسابي شهري	7.67	11.2	16.7	16.9	13.7	11.6	9.29	7.33	6.53	6	7.11	8.71

- **إدخال بيانات مواقع الطلب**

يبلغ عدد مواقع الطلب على مياه نبع السن أربعة عشر موقعاً كما يوضحها الشكل (5) وهي محافظة طرطوس، مصفاة بانياس، مدينة اللاذقية، مدينة الحفة، مدينة جبلة، محور القرداحة، محور الفاخورة(اسطامو–جوبة البرغال)، محور البودي، محور غنيري، محور بيت ياشوط، محور القطيلبية، محور الدالية، إضافة لاحتياجات الري والاحتياجات البيئية في الحوز الأدنى من نهر السن.

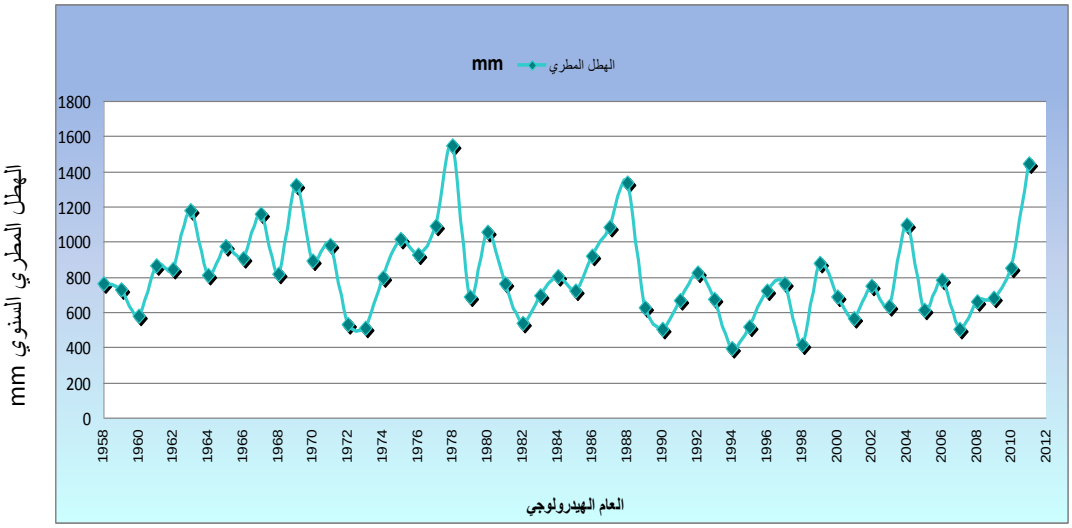
بعد تحديد مواقع الاحتياج على واجهة البرنامج، وتحديد أسمائها، كانت خطوات إدخال البيانات لكل موقع احتياج كما يلي:

1. اعتُبرت حسابات موقع الاحتياج مفعلة ابتداءً من سنة الحسابات الحالية Active in current account .
2. تحديد المناطق والقرى التابعة لكل موقع احتياج ومشروع تزويد من مياه نبع السن، استناداً إلى أرشيف المكتب الطبوغرافي وإلى مخططات المشاريع المنفذة في محافظة اللاذقية في دائرة المعلوماتية في مؤسسة مياه شرب اللاذقية [12].
3. حساب عدد المستهلكين لكل موقع احتياج في جميع المناطق والقرى التابعة له، وفقاً لتعداد سكان هذه المناطق من تقرير تعداد السكان لعام 1994 وتقديراتهم في منتصف العام خلال السنوات 1995–2005 وحسب التقسيمات الإدارية [14].
4. استخدام منشئ العلاقات Expression Builder في البرنامج، لتأسيس علاقة رياضية لحساب معدل تزايد المستهلكين السنويannual activity levels المستفيدين من مياه السن من عام 2009 إلى العام 2030 في جميع مواقع الطلب.
5. حساب معدل استهلاك المياه السنوي Annual water use rate لكل وحدة من الوحدات عبر جميع محاور التزويد، من خلال حساب كمية المياه المنتجة خلال عام2009 من السن لصالح جميع مشاريع التزويد بالمياه، استناداً إلى تقرير مديرية الاستثمار في مؤسسة مياه شرب اللاذقية [15].

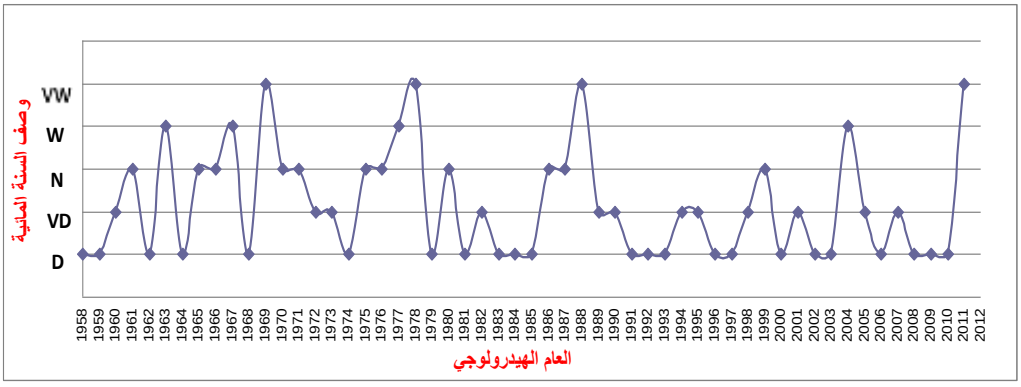
6. اعتماد حصة محافظة طرطوس ضمن الحسابات كقيمة احتياج سنوية للموقع، حُسبت استناداً إلى جداول الضخ اليومية في مركز السن للضخ إلى محافظة طرطوس، وذلك بحساب المتوسط الحسابي لغزارة الضخ اليومية لعام 2009 [13].
7. إدخال بيانات مصفاة بانياس، يعتبر مشروع مصفاة بانياس مشروعاً حيوياً استراتيجياً، وبالتالي يمنع حدوث نقص في تزويده بالمياه المطلوبة لاستهلاكه، لذا لم يتم إدخاله إلى سيناريوهات تغيير الأولوية لمواقع الاحتياج المختلفة، واعتبرت أولوية تزويده ثابتة، وهي الأولوية الأولى، اعتمدت حصته من مياه نبع السن ضمن الحسابات كقيمة احتياج سنوية، يتم حسابها اعتماداً على جداول الضخ اليومية المعتمدة من قبل مركز السن للضخ إلى مصفاة بانياس [13].
8. إدخال بيانات ري الأراضي الزراعية، يوجد هناك موسمان للضخ لأجل الري:
   - موسم الضخ الصيفي (أيار، حزيران، تموز، آب، أيلول، تشرين الأول)
   - موسم الضخ الشتوي (كانون الثاني، شباط، آذار، نيسان)
   - لايوجد ضخ لأجل الري في شهري تشرين الثاني وكانون الأول لتوفر الأمطار[16].

   حسبت كمية المياه التي تم ضخها لأجل الري في الموسمين الشتوي والصيفي لعام 2009 استناداً إلى تقارير الضخ المعدة من قبل مركز ضخ السن لأجل الري التابع للمديرية العامة للموارد المائية في محافظة اللاذقية [16]، مع مراعاة اختلاف احتياجات الري خلال أشهر موسم الري، وحساب نسبة الاستهلاك الشهري لأجل الري منسوبة إلى الاستهلاك السنوي، أدخلت هذه القيم إلى البرنامج باستخدام معالج السلاسل الزمنية الشهرية Monthly time Series Wizard.
9. التدفق لأجل الاحتياجات البيئية في الحوز الأدنى للنهر، ويعرف بأنه الحد الأدنى للتدفق المطلوب على طول النهر لتلبية الاحتياجات البيئية المختلفة مثل الحياة البرية، الأسماك النهرية، المشاريع المقامة عليه، ومن أجل نوعية مياه النهر. تحدد أولوية التدفق في المجرى الأدنى للنهر انطلاقاً من واقع دراسة الاحتياجات المائية المطلوبة. حسبت الغزارة التي تذهب عبر المفيض إلى مجرى نهر السن لتصب في البحر، بحساب المتوسطات الحسابية الشهرية استناداً إلى القياسات اليومية لغزارة مفيض سد السن لعام 2009 المرفقة بتقرير مديرية الاستثمار في المؤسسة العامة لمياه الشرب في محافظة اللاذقية عام 2009 [15].
10. اعتمدت نسبة الهدر في الشبكات في مركز المحافظة 45% وفي ريفها 58.3% لعام 2009، استناداً لتقرير المتغيرات الأساسية في الخطة الخمسية العاشرة المعد من قبل المؤسسة العامة لمياه الشرب في محافظة اللاذقية وأدخلت هذه القيم إلى برنامج WEAP21حسب كل موقع احتياج [17].
11. اعتمدت طريقة السنة المائية Water year method لتحديد ووصف هيدرولوجيا منطقة الدراسة، حيث يتم التنبؤ بالتتابع المستقبلي لسنوات الجفاف والرطوبة المتوقعة انطلاقاً من تحليل بيانات الهطل المطري التاريخية. ومعايير الوصف المعتمدة في البرنامج للسنة المائية هل هي سنة مائية عادية Normal، أو سنة مائية رطبة Wet ، أو رطبة جداً Very Wet، أو هي سنة جافة Dry، أو جافة جداً Very Dry، وليس من الضروري أن تكون سنة الأساس في البرنامج هي سنة مائية عادية Normal [2،6،7]. تم إجراء تقييم إحصائي للهطولات المطرية السابقة في محطة قياس السن خلال مدة زمنية قدرها أربعة وخمسون عاماً للفترة الممتدة من العام الهيدرولوجي 1957–1958 إلى العام الهيدرولوجي 2010–2011. ودراسة حالة الهطل

المطري الأسوأ التي مرت على حوض السن انطلاقاً من دراسة الحالة الأخطر والعمل على تجنبها مستقبلاً؛أظهرت الدراسة الإحصائية أن النسبة المئوية لتكرار السنوات الجافة والجافة جداً خلال الأربعة والخمسين عاماً الماضية هي 65%، والنسبة المئوية لتكرار السنوات المائية العادية هي 20.4%، والسنوات الرطبة والرطبة جداً بنسبة 7.4%. وتبين أن الأعوام من 1993 إلى 2010 كانت الأسوأ، بعدد السنوات الجافة والجافة جداً. يوضح الشكل (6) مخطط بياني للأعوام الهيدرولوجية وقيم الهطول المطري المقاسة فيها. ويوضح الشكل(7) مخطط بياني لوصف السنة المائية للأعوام الهيدرولوجية 1957-1958 إلى العام الهيدرولوجي 2011-2012.



الشكل (6) مخطط بياني للأعوام الهيدرولوجية وقيم الهطول المطري السنوي المقاسة فيها.



الشكل(7) مخطط بياني لوصف السنة المائية للأعوام الهيدرولوجية من1957-1958 إلى العام الهيدرولوجي 2011-2012

Very Wet(VW) : سنة مائية رطبة جداً Wet (W): سنة مائية رطبة Normal (N): سنة مائية عادية

Dry(D) : سنة مائية سنة جافة Very Dry(VD): سنة مائية جافة جداً

12. زيادة استهلاك مواقع الاحتياج المختلفة لمياه السن في عام 2011، أظهرت تقارير قياسات الضخ اليومي من نبع السن إلى كافة مواقع الاحتياج وقطاعات الاستهلاك المختلفة التي تعتمد في تزويدها على مياه السن في عام 2011 [13]، إضافة إلى تقرير مديرية الاستثمار في المؤسسة العامة لمياه الشرب في اللاذقية لعام

2011 [15] زيادة ملحوظة في كمية الاستهلاك لمختلف مواقع الاحتياج. تم إدخال هذه البيانات إلى البرنامج وبناء النموذج، ضمن سيناريو زيادة الاستهلاك متضمناً جميع التغيرات التي حدثت (للشرب، للري، والصناعة، قياسات غزارة نبع السن لعام2011) استناداً للسيناريو المرجعي الذي تم بناؤه ضمن البرنامج. ويظهر الجدول (2) البيانات المدخلة إلى البرنامج عن الاستهلاك الكلي في جميع وحدات مياه محافظة اللاذقية [15]، إضافةً إلى حساب استهلاك الفرد السنوي في عامي 2009 و2011.

جدول(2) الاستهلاك الكلي في جميع وحدات مياه محافظة اللاذقية واستهلاك الفرد السنوي في عامي 2009 و2011 [15]

الوحدة	استهلاك2009	استهلاك2011	استهلاك الفرد عام 2009(m^3)	استهلاك الفرد عام 2011(m^3)
مركز مدينة اللاذقية	40696041	49666572	91.94	107.08
وحدة الحفة	1849607	2096986	54.12	58.55
محور القرداحة	3267000	4032471	80.1	94.37
محور الفاخورة	802947	1125136	23.85	31.89
محور البودي	982520	1244595	27.42	33.15
محور غنيري	500025	521025	33.31	33.49
محور بيت ياشوط	1937325	1900100	49.14	52.5
محور القطيلبية	571160	391200	25.29	38.68
محور الدالية	2386558	3126187	75.14	60.11
جبلة	6885432	8053812	98.50	88.24

النتائج والمناقشة:

1. تحليل الواقع الحالي للاستثمار:

تتضمن مناقشة النتائج تحليل الواقع الحالي لاستثمار مياه السن ومناقشة كيفية ضخ مياه السن لإمداد جميع المشاريع ومواقع الاحتياج الحالية، إضافة لدراسة الهدر الذي يحدث في الشبكات وحساب كميته ونسبته المئوية، وحساب كمية مياه السن التي تذهب عبر مفيض سد السن إلى البحر.

- العجز المستقبلي المتوقع لنبع السن عن تزويد مواقع الطلب

يوضح الشكل (8) العجز المائي السنوي المتوقع حدوثه في نبع السن خلال الأعوام من 2009 إلى 2030 في ظل الاستهلاك الحالي لمياه السن، إضافة إلى مقارنة بين نتائج العجز لسيناريوهي الاستهلاك المرجعي في سنة الحسابات الأساسية 2009 وسيناريو زيادة الاستهلاك في عام 2011.

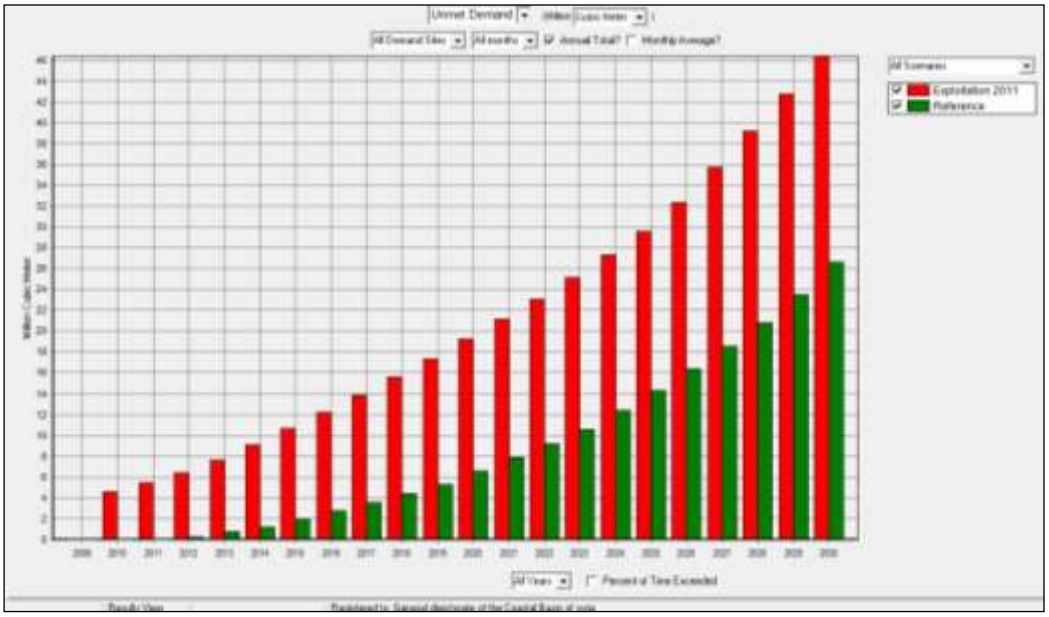
ونلاحظ من الشكل (8):

- العجز المستقبلي المتوقع في السيناريو المرجعي 2009

يبدأ العجز في المصدر المائي نتيجة استمرار طريقة الاستهلاك المتبعة في عام 2009 من العام (2013–2014) بمقدار يعادل (0.74 مليون $م^3$)، ويستمر العجز بالازدياد إلى أن يصل إلى القيمة (26.6 مليون $م^3$) في عام 2030.

- العجز المستقبلي المتوقع في سيناريو زيادة الاستهلاك في عام 2011

يبدأ العجز في المصدر المائي نتيجة الزيادة في استهلاك مياه نبع السن لصالح جميع مواقع الاحتياج من العام (2010–2011) بمقدار يعادل (4.6 مليون م^3)، ويستمر العجز بالازدياد إلى أن يصل إلى القيمة (46.39 مليون م^3) في عام 2030.

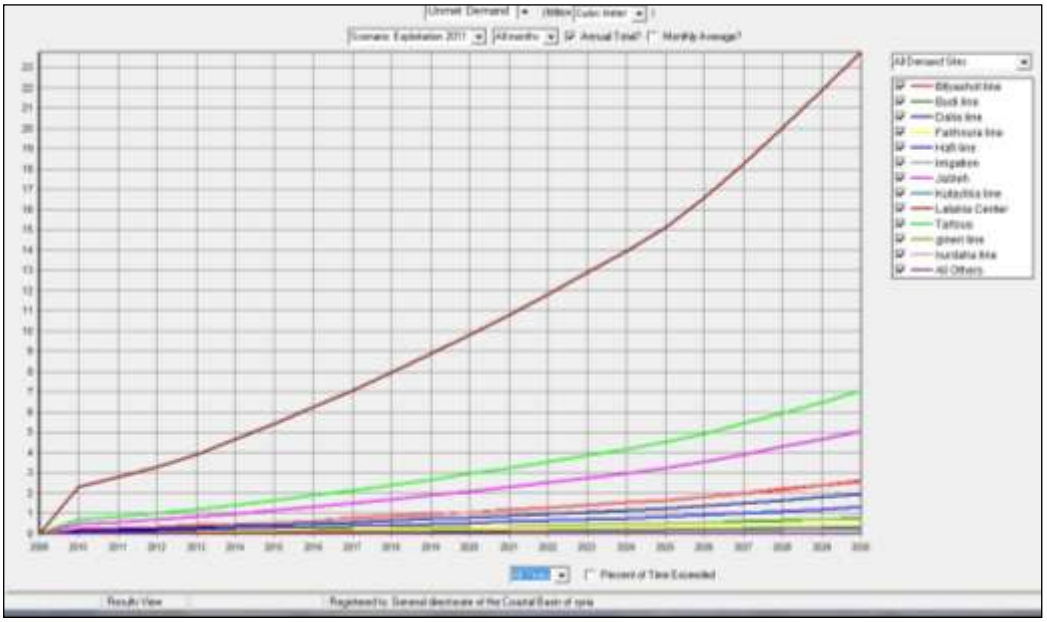


الشكل(8) مخطط بياني بالعجز المائي السنوي المتوقع للسيناريو المرجعي2009 وسيناريو زيادة الاستهلاك 2011

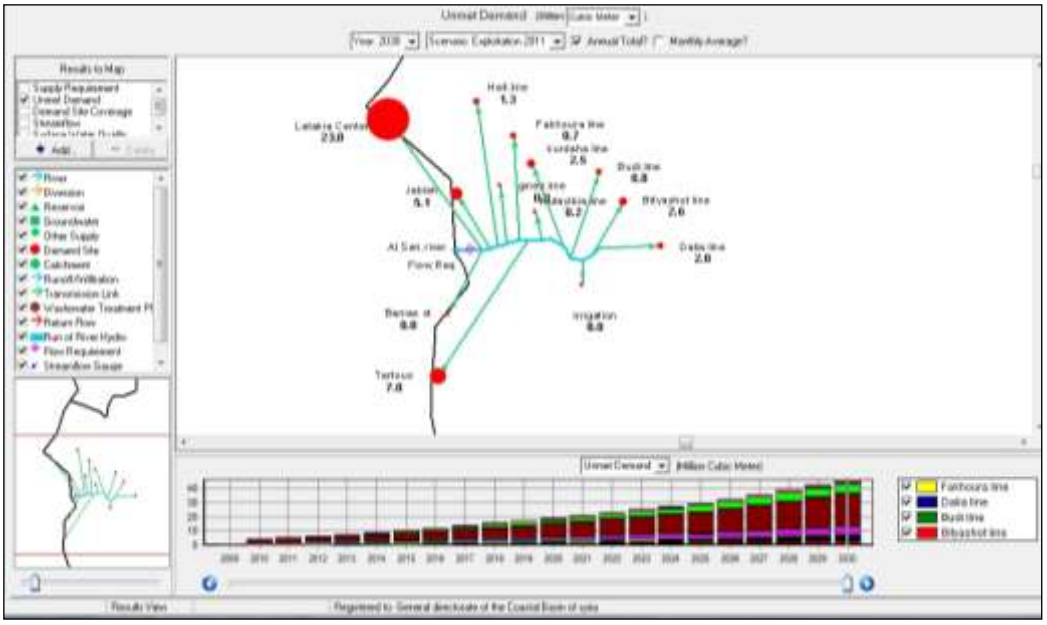
2. الاحتياج غير المغطى لمواقع الاحتياج المختلفة

يوضح الشكل (9) المخطط البياني للعجز المائي السنوي المتوقع حدوثه في جميع مواقع الاحتياج خلال الأعوام من عام 2009 إلى العام 2030 في ظل زيادة الاستهلاك في عام 2011 استناداً إلى السيناريو المرجعي في سنة الحسابات الأساسية 2009. ويظهر من المخطط البياني أنه لايوجد عجز في سنة الأساس 2009 لجميع المواقع. ويبدأ العجز في باقي مواقع الاحتياج من عام 2010 ويستمر في الازدياد إلى عام 2030 لكل موقع من المواقع مع اختلاف نسبة العجز، وأن نسبة العجز الأكبر ستكون في مدينة اللاذقية، تليها محافظة طرطوس، ثم مدينة جبلة، ثم محور بيت ياشوط ومحور القرداحة، ثم محور الدالية ومحور الحفة، محور البودي ومحور الفاخورة، ثم محور غنيري ومحور القطيلبية.

ويوضح الشكل (10) مقدار العجز المتوقع في تأمين احتياج كل موقع طلب على حدة بواحدة المليون متر مكعب لعام 2030. ويوضح أن غزارة الري واحتياجات مصفاة بانياس مؤمنة بشكل دائم على حساب احتياجات الشرب لمواقع الاحتياج المختلفة.



الشكل(9) مخطط بياني بالعجز المائي السنوي المتوقع لمواقع الاحتياج من عام 2009 إلى عام 2030



الشكل (10) كمية العجز المتوقع في عام 2030 لكل مواقع الاحتياج.

3. الإمداد غير المنظم لمياه السن:

لايوجد خطة استثمار سنوية محددة وواضحة تنظم ضخ المياه من السن لصالح جميع وحدات الاستهلاك في محافظة اللاذقية، ويُلاحظ أن معدل حصة الفرد اليومية التي يتم ضخها من السن إلى جميع المشاريع التي تعتمد في تزويدها على السن غير مدروسة ولا تتطابق مع الخطة النظرية للاستهلاك المحددة من قبل مؤسسة مياه شرب اللاذقية.

حيث حددت مديرية التخطيط في المؤسسة حصة الفرد من الاستهلاك من مياه السن لعام 2009 (150 L/Day) في مركز المحافظة و(100 L/Day) [17]. يوضح الجدول (3) الاختلاف في كمية المياه التي تضخ من السن لصالح حصة الفرد اليومية المحسوبة اعتماداً على جداول قياسات كمية المياه المضخوخة من السن خلال عام 2009 وعام 2011 لكل مشاريع السن [13] بشكل كبير عن المخطط له وعن حصة الفرد من مياه السن المحددة في تقارير مؤسسة مياه الشرب في اللاذقية. ويوضح أيضاً حساب فرق الاستهلاك الكلي بين عامي 2009 و2011 لجميع وحدات مياه محافظة اللاذقية ومقارنة في حساب حصة الفرد اليومية والسنوية فيها.

الجدول(3) مقارنة في الاستهلاك الكلي للوحدات بين عامي 2009 و2011

الوحدة	الفرق في استهلاك الوحدة الكلي السنوي(m^3) بين عامي2009و 2011	حصة الفرد اليومية عام2009 L/Day	حصة الفرد اليومية عام2011 L/Day	فرق استهلاك الفرد السنوي (m^3) بين عامي 2009 و 2011	فرق الاستهلاك اليومي L/Day للفرد بين عامي2009 و 2011
مركز مدينة اللاذقية	8970531	251.88	293.36	15.14	41.48
جبلة	1168380	241.75	269.86	15.03	28.11
محور القرداحة	765471	219.45	258.54	4.43	39.09
محور الحفة	247379	148.27	160.42	15.14	12.15
محور الدالية	739629	164.67	205.85	-13.39	41.18
محور بيت ياشوط	-37225	143.84	134.63	-0.18	-9.21
محور غنيري	21000	91.25	91.75	5.73	0.50
محور البودي	262075	75.13	90.82	8.04	15.69
محور الفاخورة	322189	65.33	87.38	14.27	22.05
محور القطيلبية	-179960	105.97	69.28	-3.36	-36.69

يُلاحظ من الجدول

1. الزيادة الكبيرة في كمية المياه التي تضخ بين عامي 2009 و2011.
2. ضخ كميات كبيرة وكافية من المياه لصالح جميع المشاريع التي تزود وحدات محافظة اللاذقية بمياه السن ولكنها لا تصل إلى المستهلك بشكل كامل بالتالي يوجد هدر كبير في الشبكات.
3. لا يوجد خطة وتنظيم في الضخ لمياه السن إلى المشاريع التي تزود وحدات مياه محافظة اللاذقية بمياه السن، حيث بلغت كمية المياه التي تضخ من السن لصالح الفرد في مدينة اللاذقية لعام 2009 (251.88 L/Day) [13] وبلغت في القرداحة (219.45L/Day) [13]. ولا تتناسب مع القيمة المستهلكة الفعلية لعام 2009 كما هي موضحة في تقرير مؤسسة مياه الشرب [17].

يوضح الجدول (4) القيمة الوسطيّة لتصريف نبع السن لعام 2009 ولعام 2011، إضافةً إلى الزيادة الواضحة في كميات المياه التي تم ضخها إلى جميع مشاريع الإمداد بمياه السن إلى جميع مواقع الطلب مقارنة في عام 2011 مع عام 2009، وقد حُسبت هذه القيم استناداً إلى جداول الضخ اليومية من مركز السن [13].

الجدول(4) القيمة الوسطيّة لكمية المياه المضخوخة (MCM)إلى جميع المشاريع من نبع السن لعام 2009 ولعام 2011

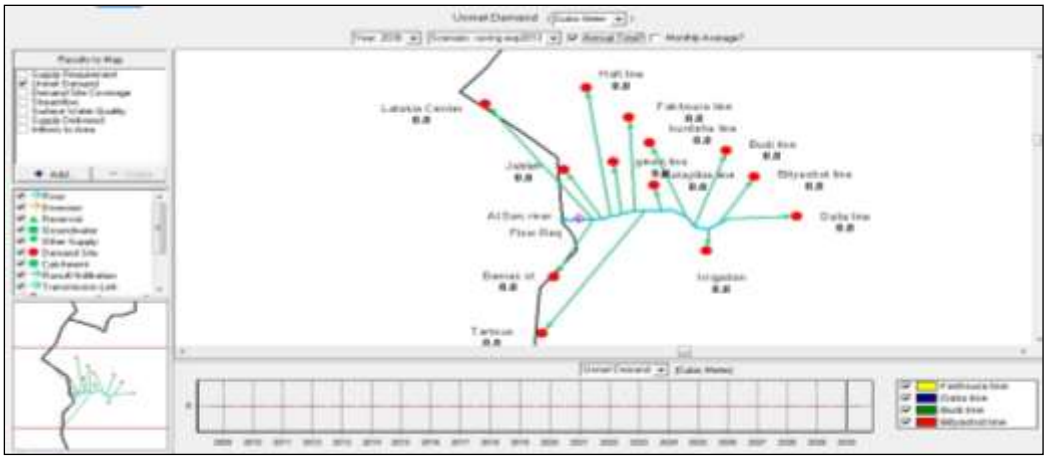
	2009	2011
الضخ لصالح مياه شرب محافظة اللاذقية	116.68	126.144
الضخ لصالح مياه شرب محافظة طرطوس	24.29	26.17
الضخ لصالح مصفاة بانياس	12.93	12.93
الضخ لصالح الري	83.26	84.8

4. سيناريو ترشيد الاستهلاك وتنظيم الضخ

فُرض في هذا السيناريو تطبيق خطة ضخ مدروسة ومنظمة تتناسب مع حاجة المشاريع الفعلية، والتوقف عن الضخ من السن إلى مختلف المشاريع بطاقةٍ إنتاجية تفوق المخطط له وفق مديرية التخطيط في مؤسسة مياه شرب اللاذقية. حيث فرض استناداً إلى تقرير مديرية التخطيط في المؤسسة العامة لمياه الشرب في محافظة اللاذقية، أن حصة استهلاك الفرد الوسطية اليومية المناسبة من المياه [17] هي (150 L/Day) في مركز المحافظة والمدن، و(100 L/Day) في الريف.

بالتالي يمكن حساب كمية المياه التي يجب ضخها من نبع السن ضمن خطة ضخٍ متناسبة مع حاجة المشاريع الفعلية، ومع عدد المستهلكين، وإدخالها إلى البرنامج ضمن سيناريو (الاستهلاك المنظم) الذي يبدأ من عام 2013. الشرط الأساسي لتطبيق هذا السيناريو إجراء صيانة لمحاور الضخ وشبكات التزويد لتخفيض نسبة الهدر إلى أدنى مستوياتها. وبإدخال معطيات سيناريو ترشيد الاستهلاك وتنظيم الضخ مع فرض أولوية تزويد متساوية لجميع مواقع الطلب، وتوزيع المياه حسب الحاجة الفعلية لكل موقع من مواقع الطلب إلى برنامج WEAP21، يُلاحظ اختفاء العجز على كامل فترة الدراسة من عام 2009 إلى عام 2030، كما هي موضحة في الشكل(11).

بالتالي المشكلة الأساسية المؤثرة في حدوث عجز متوقع مستقبلي في تزويد السن لجميع مواقع الاحتياج هو الضخ الفائض عن الحاجة الحقيقية للمشاريع، مع وجود هدر كبير في الشبكات يصل إلى أكثر من نصف كمية المياه المنتجة من السن.



الشكل(11) مخطط بياني بالعجز المائي السنوي المتوقع لمواقع الاحتياج من عام 2013 إلى عام 2030 (سيناريو ترشيد الاستهلاك)

5. سيناريو تحديد أولويات مواقع الطلب

نتيجة لاختفاء العجز في تزويد مياه السن إلى جميع مواقع الطلب على كامل سنوات الدراسة من عام 2009 إلى العام 2030 بتطبيق سيناريو ترشيد الاستهلاك وتنظيم الضخ، مع إعطاء أولويات تزويد متساوية لجميع مواقع الطلب وتوزيع المياه حسب الحاجة الفعلية لكل موقع، بالتالي لزيادة تنظيم استهلاك مياه السن والحفاظ عليه وزيادة الفائض الاستراتيجي من مياهه بتخزينها، لأجل الاستفادة منها في سنوات الجفاف. تُحدد أولوية تزويد مواقع الطلب من خلال المقارنة بظروفها، من أهمية الموقع صناعياً، زراعياً، تجارياً. توفر الموارد المائية السطحية والجوفية وإمكانية استخدامها كمصدر تزويد إضافي. تأخذ مصفاة بانياس أولوية ثابتة وهي الأولوية الأولى لما يحمله هذا المشروع من أهمية إستراتيجية لايُسمح بأن يحدث انخفاض في كمية المياه التي تزوده من السن. وتبين في هذه الحالة اختفاء العجز بشكل كلي في قدرة تزويد نبع السن لجميع مواقع الطلب وأن النسبة المئوية لتلبية حاجات مواقع الطلب أصبحت 100%، يوضح الجدول(5) توزيع أولويات مشاريع تزويد مياه السن إلى جميع مواقع الطلب.

الجدول(5) توزيع أولويات مشاريع تزويد مياه السن إلى جميع مواقع الطلب

الوحدة	مركز مدينة اللاذقية	وحدة لحفة	وحدة القرداحة بمحوريها	وحدة ريف جبلة بمحاورها	جبلة
الأولوية المفروضة	1	3	3	3	1

6. سيناريو التحكم بغزارة المفيض وتخفيض الهدر إلى البحر

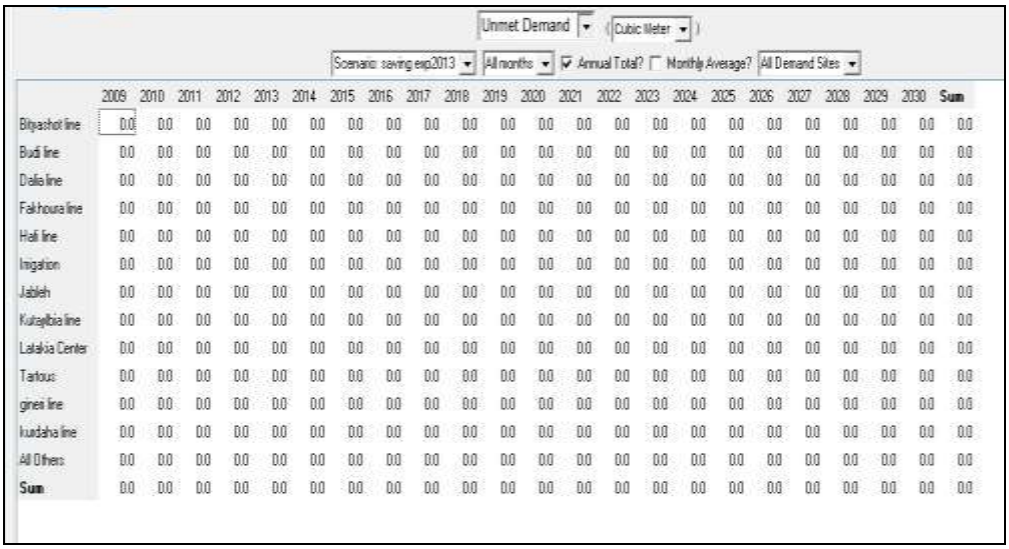
مع الأخذ بالاعتبار أهمية تفعيل مشروع الضخ الشتوي لمياه السن إلى سد الحويز وإلى سد السخابة بعد حل مشكلاته الفنية، ودوره في التحكم بكمية المياه التي تذهب إلى البحر عبر مفيض سد السن ومجرى نهر السن، وإذا فرض بأنه يتم تثبيت غزارة المياه التي تذهب عبر المفيض بعد تنظيم الضخ على قيمة وسطية ($1\ m^3/sec$) ، فتكون غزارة المياه اليومية التي تذهب عبر المفيض $86400\ m^3/Day$ وكمية المياه السنوية $31536000\ m^3/year$ ، ثم تُدخل هذه القيمة إلى البرنامج.

بالتالي ومن خلال هذا الإجراء يُحافظ على كمية كبيرة من مياه السن تذهب هدراً إلى البحر بمقدار

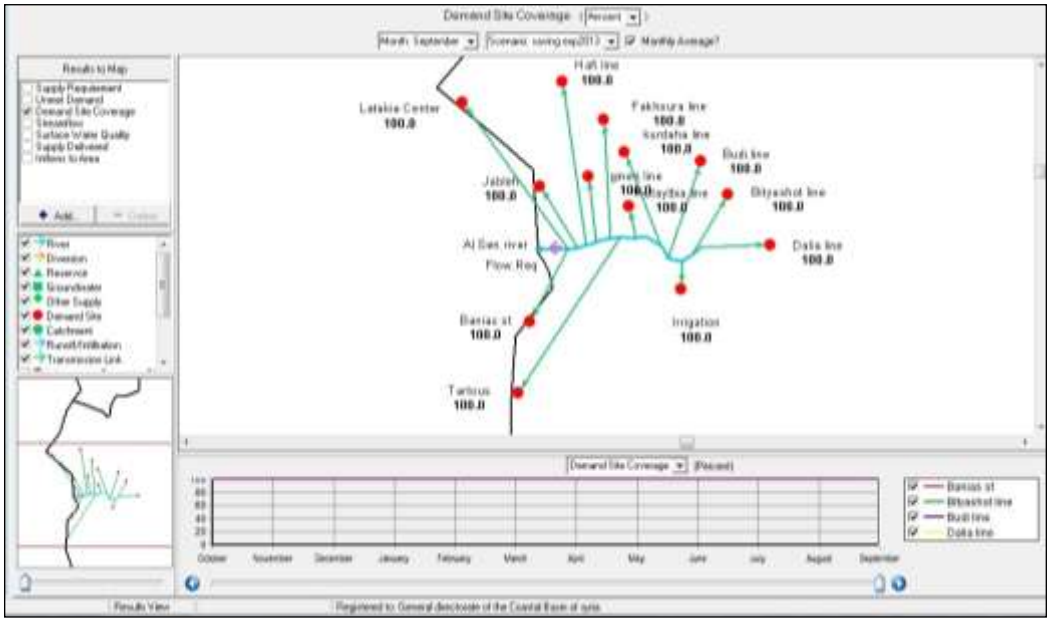
$$Q_{save}=(131505120-31536000)=99969120\ m^3/year$$

7. سيناريو استخدام أساليب الري الحديثة وتوفير المياه

إن التحول إلى أساليب الري الحديثة يؤمن توفير للمياه بما لايقل عن 50% من كمية المياه المستهلكة لأجل الري بطرق الري التقليدية، إضافة إلى إجراء دراسات لتحديد كمية المياه اللازمة لسقاية المحاصيل استناداً إلى نوع المحصول ونوع التربة يزيد في توفير المياه. وبتطبيق هذه السيناريوهات وبإدخالها إلى البرنامج يلاحظ اختفاء العجز في تغطية احتياج جميع مواقع الاحتياج وأصبحت النسبة المئوية لتغطية احتياج جميع مواقع الطلب 100%، كما يوضحها الشكل(12) والشكل (13).



الشكل (12) اختفاء العجز في تزويد جميع مواقع الطلب لجميع السنوات من عام 2013 إلى 2030



الشكل (13) التغطية المائية المتوقعة لجميع مواقع الاحتياج من عام 2013 إلى 2030

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات

1. بينت الدراسة أنه مع المحافظة على واقع التزويد الحالي لمواقع الاحتياج فإن العجز يظهر ابتداءً من العام 2010 بقيمة عجز إجمالية للمصدر لجميع مواقع الطلب تقدر (3 مليون متر مكعب) وتزداد في عام 2012 نتيجة لزيادة الاستهلاك لتصل إلى (7.7مليون متر مكعب) وتصل هذه القيمة المتوقعة إلى (46.4 مليون متر مكعب) في العام 2030.

2. إن أكبر عجز مستقبلي متوقع سيكون في مراكز مدينتي اللاذقية وطرطوس، حيث سيبلغ في العام 2030 (23.8 مليون متر مكعب) لمدينة اللاذقية و (7مليون متر مكعب) لطرطوس، ويتراوح بين (0.2 مليون متر مكعب) و (5.1 مليون متر مكعب) لباقي مواقع الطلب.
3. يشكل الضخ الفائض عن الحاجة الحقيقية للمشاريع المشكلة الأساسية المؤثرة في حدوث عجز متوقع مستقبلي في تزويد السن لجميع مواقع الاحتياج، مع وجود هدر كبير في الشبكات يصل إلى نسبة 48.68%، أي حوالي نصف كمية المياه المنتجة من السن التي يتم ضخها عبر محاور الضخ وشبكات التزويد تذهب هدراً.
4. أن كمية الهدر في محاور الضخ وشبكات التزويد لمحافظة اللاذقية لعام 2009 (56.8 مليون متر مكعب) بنسبة هدر 48.7% وفي عام 2011 (54 مليون متر مكعب) بنسبة هدر 42.8%.
5. أن كمية المياه التي تذهب إلى البحر عبر المفيض لعام 2009 (112.3مليون متر مكعب) ولعام 2011 (131.5 مليون متر مكعب).
6. بتطبيق سيناريو ترشيد الاستهلاك وتنظيم الضخ حسب الحاجة الفعلية للمشاريع، يختفي العجز في تزويد مياه السن إلى جميع مواقع الطلب حتى عام 2030.
7. بتطبيق سيناريو التحكم بغزارة المفيض وتخفيض الهدر إلى البحر، مع مراعاة الاحتياجات البيئية في الحوز الأدنى للنهر، يتم الحفاظ على Q_{save}=100 MCM /year تذهب هدراً إلى البحر .

التوصيات

1. حماية حرم نبع السن، والتحكّم بالنشاطات القائمة فيه لضمان عدم حدوث أيّة آثار سلبيّة على موارد المياه كماً ونوعاً.
2. تطبيق خطة ضخ مدروسة ومنظمة من السن تتناسب مع حاجة المشاريع الفعلية التي تعتمد في تزويدها على مياه السن.
3. الاستفادة من كميّة المياه الفائضة من نبع السن، وذلك بالإسراع في وضع مشروع الضخ الشتوي قيد الاستثمار الفعلي، ليتمّ ضخ هذه المياه شتاء إلى سدّي الحويز والسخّابة، والاستفادة منها صيفاً.
4. صيانة محاور الضخ وشبكات التزويد لتخفيض نسبة الهدر الكبيرة .

المراجع:

1. YALTES, D. ؛ SIBER, J. ؛ PURKEY, D. ؛HUBER-LEE, A. WEAP21 A Demand priority and preference driver water planing model. Part l: Model Characteristics. Water International 30 , NO.4, 2005.
2. SIBER, J. Generic Simulation Models for Facilitating Stakeholder Involvement in Water Resources Planning and Management: A Comparison, Evaluation, and Identification of Future Needs. Environmental Modeling &software, Volume 24,Issue3, 2002 ,Pages329-340 .
3. LEVITE, H ؛ SALLY, H ؛ COUR, J. Testing water demand management scenarios in a water-stressed basin in South Africa: application of the WEAP model. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C,Volume 28, Issues 20-27, 2003, Pages 779-786

4. سنجق، لين. *استخدام برنامج WEAP21 كأداة للتخطيط في المنطقة المخدومة من مصلحة مياه القدس في رام الله والبيرة*، جامعة النجاح الدولية، فلسطين، 2008، 120 ص.

5. عبد المسيح خزام، بشرى. *ترشيد استخدام الموارد المائية في حوض العاصي الأعلى*. دراسة أعدت لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة المائية. جامعة البعث.2008. 210ص.

6. Stockholm International Water Institute. A policy think tank that contributes to international efforts to combat the world's escalating water crisis .

7. شاكر، أمجد؛ فركوح، بسام؛ أبوشعر، وائل. *الإدارة المتكاملة للموارد المائية*. صدر في إطار مشروع تيمبوس، جامعة دمشق، 2006، 311 ص

8. Stockholm International Water Institute، WEAP21 User Guide .

9. الشركة العامة للدراسات المائية. *التحريات الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية لحوض نبع السن*، المجلد الأول- المجلد الثاني، حمص..1987

10. المديرية العامة للموارد المائية في محافظة اللاذقية، التقرير الهيدرولوجي العام، مشروع دراسة حوض السن. وزارة الري.،1992، 54 ص .

11. مديرية المعلوماتية في المؤسسة العامة لمياه الشرب في محافظة اللاذقية-مخططات خطوط الجر والخزانات والمشاريع المنفذة والقيد التنفيذ -(تقرير) 2009.

12. مكتب الطبوغرافيا في المؤسسة العامة لمياه الشرب في محافظة اللاذقية-مخططات تنفيذ خطوط الجر والخزانات والمشاريع محاور قرى محافظة اللاذقية -(تقرير). 2010.

13. المديرية العامة للموارد المائية في محافظة اللاذقية، مركز السن- جداول القياسات اليومية لغزارة نهر السن و قياسات الضخ اليومي - (تقرير).2009.

14. المكتب المركزي للإحصاء، *تقرير تعداد السكان وتقديراتهم في منتصف العام خلال السنوات 1995-2005 حسب التقسيمات الإدارية لمحافظة اللاذقية.*

15. تقرير مديرية الاستثمار في المؤسسة العامة لمياه الشرب في محافظة اللاذقية- كميات المياه المنتجة خلال عام 2009 وعام 2011 لكل مشاريع السن-(تقرير)

16. المديرية العامة للموارد المائية في محافظة اللاذقية- مركز ضخ السن لأجل الري-تقارير ضخ موسمية للري- (تقرير)2009.

17. مديرية التخطيط في المؤسسة العامة لمياه الشرب في محافظة اللاذقية- *المتغيرات الأساسية في الخطة الخمسية العاشرة*- (تقرير). 2011.