الواقع الحالي والمستقبلي لمياه الشرب في حوض نهر الكبير الشمالي . محافظة اللاذقية . باستخدام نموذج التخطيط والتقييم المائي WEAP21

جميل عباس*, عماد قبيلي , مارينا العلي*****

* قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة، كلية الزراعة، جامعة حلب

** قسم الحراج والبيئة، كلية الزراعة ، جامعة تشرين

***طالبة دراسات عليا (دكتوراه) قسم الحراج و البيئة ، كلية الزراعة، جامعة تشرين

الملخص

أجري هذا البحث في حوض نهر الكبير الشمالي في محافظة اللاذقية في المنطقة الواقعة بين الحدود السورية التركية والشريط الساحلي السوري عند مدينة اللاذقية ضمن مساحة /835/ كم^2، لتقييم العجز في مياه الشرب واقتراح مجموعة من السيناريوهات المستقبلية الهادفة لتقليل هذا العجز باستخدام نموذج التخطيط والتقييم المائي (WEAP21).

تم تحضير قواعد البيانات بصيغة Shape file الأساسية لعمل النموذج، وتم إدخال البيانات الأساسية ثم تحليل الواقع الراهن للطلب على مياه الشرب باعتماد العام 2010 كسنة أساس من حيث عدد السكان وحصة الفرد السنوية والتوزع الشهري للاحتياج المائي والفواقد المائية في حيز الاستخدام للوقوف على العجز المائي في الحوض وليصار إلى دراسة سيناريوهات مستقبلية، بالاعتماد على قائمة افتراضات منطقية مستندة إلى معدل النمو السكاني وذلك وفقاً للسيناريوهات (الحالات) التالية: السيناريو المرجعي، وسيناريو تقليل الفواقد المائية، وسيناريو تقليل حصة الفرد ومن ثم سيناريو تحسين تقليل الفواقد مع تقليل حصة الفرد.

كلمات مفتاحية : WEAP، حوض نهر الكبير الشمالي، مياه الشرب، عجز مائي، سيناريو تحليلي.

ورد البحث للمجلة بتاريخ 11/ 10 /2016

قبل للنشر بتاريخ 7/ 12 /2016

بلغ العجز المائي 5 مليون م^3 في العام 2010، ليزداد تدريجياً وفق السيناريو المرجعي خلال الفترة (2011–2050) حيث بلغ 11.3 مليون م^3 في العام 2050. وبتطبيق سيناريو تقليل حصة الفرد إلى 100 لتر/يوم/ شخص في المناطق التي تزيد فيها حصة الفرد عن هذا الحد، انخفض العجز المائي تدريجياً ليصل إلى 9.8 مليون م^3 في العام 2050، وكان الانخفاض أكبر بتطبيق سيناريو تحسين كفاءة الاستخدام حيث وصل إلى 8.8 مليون م^3 في العام 2050. وأدى الجمع بين السيناريوهين السابقين إلى الانخفاض الأكبر ليبلغ 7.7 مليون م3 في العام 2050.

Current And Future Account Of Domestic Water In Al-Kabeer Al-Shamali Basin In Lattakia By Using Water Evaluation And Planning Model (WEAP21)

Jamil Abbas [*] , Emad Kubeli[**] and Marina Al-Ali[***].

*Dept. of renewable natural resource, faculty of agriculture , Aleppo university.

** Dept. of forestry and environment , faculty of agriculture, Tishreen university.

***postgraduate student (phd) Dept.of forestry and environment, faculty of agriculture, Tishreen university.

Abstract:

This research was conducted at the al-Kabeer al-Shemali basin in Lattakia province, between the Syrian-Turkish borders and the Syrian coast near Lattakia city within an area of / 835 / km^2, to evaluate the unmet water demand of domestic water and suggest future scenarios to decrease the unmet demand by using the water evaluation and planning model (WEAP21). 2010 was considered as base year, then set of data bases were prepared in shape file format as start point to enter basic data of annual activity level, annual water use rate, monthly variation of water demand, loss rate at site to evaluate the current unmet demand and study future scenarios depending on projected population growth rate and according to the following: Reference scenario, decrease loss rate scenario, decrease annual water use rate scenario, and finally combination the previous two scenarios. The unmet water demand of the base year was (5) $M.m^3$, it gradually increases according to reference scenario in the period (2011-2050) to reach 11.3 $M.m^3$ by the year of 2050. Applying scenario of decreasing annual water use to 100 liters/day/capita in areas where more than per capita of this limit decreased the unmet demand to 9.8 $M.m^3$ by the year of 2050. The decline was greater by applying scenario of decreasing loss rate; the unmet demand decrease to 8.8 $M.m^3$ by the year 2050. The largest decline was noticed by combination of the two previous scenarios. It was 7.7 $M.m^3$ by the year o 2050 .

Key words: WEAP, al-Kabeer al-Shemali basin, domestic water, unmet water demand, analytical scenario.

Received 11/10/2016

Accepted 7/12/2016

المقدمة:

يعد العجز المائي أحد أكثر المشاكل التي تواجه التنمية المستدامة في كثير من دول حوض المتوسط تحت تأثير النمو السكاني المستمر والمتسارع، والتغيرات المناخية ودروات الجفاف المتكررة، فضلا عن التوسع الزراعي والتطور الصناعي والاقتصادي مما أدى بمجمله إلى الضغط المستمر على الموارد المائية المتاحة لتلبية احتياجات هذه القطاعات.

من هنا فقد تم الاهتمام بمواضيع ترشيد استخدامات المياه على مستويات مختلفة وأشار [1] إلى أهمية الإدارة المتكاملة للأحواض المائية وذلك لتقييم الواقع المائي، تحديد المشاكل وتقديم الحلول وتقييمها من خلال تحديد حجوم الهطل المطري والتخزين والنقل والتوزيع ومن ثم نقلها الى حيز التطبيق.

لقد قام [2] بتحليل الواقع المائي في سورية وفقاً لمعيار الموازنة المائية Water balance وأشار إلى تحديد شدة الأزمة المائية وخطورتها انطلاقاً من عامل الموازنة المائية (Wb) الذي يمثل النسبة بين مقدار العجز المائي إلى مجموع الموارد المائية المتاحة السنوية حيث تشير الإشارة الموجبة لـ (Wb) إلى الابتعاد عن الأزمة المائية والقيمة السالبة تشير إلى وجود أزمة مائية يمكن تحديد حالتها (الحد الأدنى من الاكتفاء بالماء أو الخط الحرج بداية حصول أزمة مائية، أزمة فعلية ووضع جفاف أو ندرة في المياه)، ويكون التغلب على هذه الأزمة عن طريق تنمية وترشيد الموارد المائية و سياسة مائية متكاملة [3].

في دراسة مماثلة قام [4] بتحديد الاحتياجات المائية للقطاعات المختلفة (شرب وزراعة وصناعة) في الأحواض المائية السورية بالعلاقة مع عدد السكان وباعتماد العام 2008 كسنة أساس، ويعرف الباحث الموارد المائية المتجددة سنوياً أنها مجموع صافي التدفق السطحي الوارد SW التدفق الجوفي الوارد GW والمياه المعالجة RW (مياه الصرف الصحي DO والصناعي In والزراعيAg) ووفقاً لبيانات وزارة الري في سنة الأساس (2008) توزعت الكميات المعالجة (2091، 629

، 407) مليون م^3 وهو ما نسبته (15، 55، 65)% من إجمالي الموارد المائية المستخدمة في قطاعات الزراعة والشرب والصناعة على الترتيب.

ويعرض الباحث التوقعات المستقبلية خلال العامين 2030 و2050 للموارد المائية المتاحة واحتياجات القطاعات المختلفة، حيث يتبين أن احتياجات القطاع الزراعي هي الأعلى تليها مياه الشرب ومن ثم القطاع الصناعي.

ووجد الأحواض المائية السورية باستثناء حوضي الساحل والفرات تعاني عجزاً مائياً واضحاً إلى العام 2050، ويعرض مجموعة من السيناريوهات التي تهدف إلى تخفيف العجز المائي في بعض الأحواض المائية.

تجدر الإشارة إلى معيار تحديد العجز المائي Supply side للمفاضلة بين البلدان على أساس الماء المتاح سنوياً للشخص الواحد [5] وفق التصنيف التالي :

1700 م^3/سنة/شخص: عجز مائي نادر أو معدوم.

< 1000 م^3/سنة/شخص: يبدأ العجز المائي و يظهر على القطاع الصناعي ومعيشة السكان.

<500 م^3/سنة/شخص : يصبح الماء عاملاً محداً للحياة.

في دراسة أخرى اعتمد [6] طريقة Supply side وحدد العجز المائي بكميات المياه المستجرة كنسبة مئوية من إجمالي الموارد المائية المتاحة AWR. ووفقاً لهذا المعيار إذا كان إجمالي المياه المستجرة أكثر من 40% من إجمالي الموارد المائية المتاحة فإن الدولة تعاني من عجز مائي.

أحد أهم مشاكل اعتماد الطريقتين السابقتين هي أن معيار العجز المائي يستند إلى الموارد المائية المتاحة في بلد معين دون الربط مع الاحتياج المائي الحالي والمستقبلي للمياه. ويرى الباحثان أهمية اعتماد النمذجة الرياضية في دراسة الاحتياج المائي وفق سيناريوهات معينة وأن تتمتع هذه النماذج بالمرونة بما يسمح بسهولة الاستخدام من حيث تحديث البارامترات المستخدمة في المعايرة، تحديث البيانات والمدخلات وضمان دقة النتائج.

وهنا تعتبر نظم دعم القرار باستخدام الحاسب Computer based decision support systems وسيلة هامة في إنجاز مثل هذه الدراسات حيث تسمح بالتنبؤ والتقييم للاستراتيجيات والتوجهات المستقبلية المختلفة قبل اعتمادها وتطبيقها، ففي الوقت الذي يعتبر من الصعوبة التنبؤ الدقيق بالتطور المستقبلي على المياه، فإنه من المناسب اعتماد طريقة السيناريوهات التحليلية التي توفر وصفاً مقبولاً للتطور المستقبلي للطلب على المياه بالاعتماد على قائمة افتراضات واضحة وثابتة [7].

تلعب أنظمة دعم القرار DSS دوراً هاماً في تقييم هذه السيناريوهات لمساعدة القائمين على إدارة الموارد المائية والباحثين في وضع القرارات المناسبة. وقد أوضح [8] دور هذه الأنظمة في الإدارة المستدامة للموارد المائية عبر الجمع بين المحاكمة العقلية والمخرجات البرمجية للوصول إلى قاعدة بيانات هامة في دعم صناع القرار. ويرى الباحث ضرورة أن تتمتع هذه الأنظمة بالمرونة والقدرة على إيجاد أجوبة حول الكثير من التساؤلات والمشاكل إضافة إلى المرونة وسهولة الاستخدام . ومن ذلك : موديل : WAM: Water Availability Model الذي تم تطويره لوضع قرارات حول إدارة الموارد المائية في الأحواض المائية لولاية تكساس [9].

كما أن برنامج الويب WEAP : Water Evaluation and Planning يستخدم بشكل واسع في تحليل سيناريوهات إدارة الموارد المائية. صمم البرنامج في استوكهولم Stockholm environment institute كبرنامج متعدد الوظائف والأهداف Multipurpose يربط بين الموارد المائية الحالية والعمليات الهيدرولوجية والطلب المستقبلي، متضمناً عدد السكان وتطور حاجة الفرد من المياه وتحسين كفاءة استخدام هذه الموارد في مياه الشرب والاستخدام المنزلي والقطاع الزراعي والقطاع الصناعي. كما ويوفر البرنامج إطاراً شاملاً مرناً وسهل الاستخدام لأغراض التخطيط وتحليل السياسات [10,11].

يضع ويب قضايا جانب الطلب مثل أنماط استخدام المياه، وكفاءة المعدات، واستراتيجيات إعادة الاستخدام، والتكاليف، وخطط تخصيص المياه على قدم المساواة

مع موضوعات جانب العرض مثل تدفق الجداول، موارد المياه الجوفية، الخزانات، وتحويلات المياه.

ويتميز بالمقاربة المتكاملة إزاء محاكاة كل من المنظومات المائية الطبيعية مثل متطلبات التبخر– نتح، والجريان السطحي، والتدفق الأساس ومكونات المنظومات المائية الهندسية مثل الخزانات وضخ المياه الجوفية. وهذا يسمح للمخطط بالوصول إلى عرض أشمل لمجموعة واسعة من العوامل التي يجب مراعاتها في إدارة موارد المياه لاستخدامها في الحاضر والمستقبل.

يعتمد الويب على الموازنة المائية ويمكن تطبيقه على النظم الزراعية، أو مستجمع مياه واحد، أو نظم أحواض الأنهار المركبة والممتدة عبر الحدود. وعلاوة على ذلك، يمكن لويب محاكاة مجموعة واسعة من المكونات الطبيعية والهندسية لهذه النظم، بما في ذلك الأمطار والجريان السطحي، والتدفق الأساسي وتغذية المياه الجوفية، تحليلات الطلب القطاعية، الحفاظ على المياه، وحقوق المياه وأولويات التخصيص في توزيعها، عمليات التخزين ونوعية المياه، وتقييم مكامن الضعف، ومتطلبات النظام الإيكولوجي، وحدة تحليل مالي تتيح للمستخدم أيضاً التحقيق في مقارنات للتكلفة والعائد للمشاريع [12] [13].

نموذجياً: يطبق نموذج الويب بمحاكاة سنة الأساس المعتمدة بحيث يتم تحديد ما هو متاح من الموارد المائية وأشكال الطلب المختلفة، ومن ثم يتم استخدام سيناريوهات بديلة لتوضيح خيارات الإدارة المختلفة. وهذا يتم وفق برمجة خطية لوغاريتمية (تركيب تراتبي) تحدد كمية المياه الواصلة إلى موقع الطلب Demand site وفقاً لقائمة أولويات Priority تتدرج بين 1–99 حيث يشيرالرقم (1) إلى الأولوية الأكبر في حين يشير الرقم (99) إلى الأولوية الأدنى [14].

العديد من الدراسات والأبحاث المهتمة بمجال إدارة الموارد المائية أظهرت أهمية استخدام نموذج الويب:

1. أظهر [15] أهمية البرنامج في وضع الربط بين الموارد المائية المتاحة والطلب المستقبلي من خلال دراسة الموازنة المائية لعدد من الأحواض المائية في البرازيل

Water balance accounting models وهذا سمح باتخاذ قرارات هامة حول مدى أهمية إنشاء سدود إضافية في الأحواض المدروسة لزيادة المخزون المائي وتقليل الآثار السلبية للجفاف.

2. الدراسة التي قام بها [14] في حوض Perkerra في كينيا والتي هدفت إلى وضع نطاق تصوري لإدارة المياه في المسقط المائي وتوضيح أهمية استخدام برنامج الويب كأداة DSS هامة في توضيح أهمية اعتماد مشاريع حديثة في إدارة الموارد المائية في الحوض المدروس.

تمت الدراسة باعتماد العام 2002 كسنة أساس والاستناد إلى بيانات هيدرومترولوجية وبيانات حول استخدامات المياه في القطاعات المختلفة والاعتماد على برنامج GIS في الحصول على قواعد بيانات Georeference data إضافة إلى برامج FAO في محاكاة التدفق السطحي.

تم تقسيم الحوض المدروس إلى ثلاث أحواض جزئية وإعداد سيناريوهين أساسيين وثلاث سيناريوهات فرعية لتحليل مستويات الضخ الحالية، الطلب المتزايد على المياه وزيادة كفاءة الري.

ويقترح الباحث [14] ضرورة إنشاء سد تخزيني في الحوض السفلي مع التحكم بالتخزين في الحوض العلوي ما يسهم في تقليل العجز المائي بنسبة 50%. مع ضرورة الأخذ بعين الاعتبار لمجموعة أخرى من العوامل متضمنة: رطوبة التربة والمياه الجوفية والجفاف في الحوض ونوعية المياه.

3. الدراسة التي قامت بها [16] في الحوض الأعلى لنهر العاصي من الحدود اللبنانية السورية إلى بحيرة قطينة. حيث تم استخدام النموذج WEAP21 في الربط بين الموارد المائية المتاحة وبين الطلب المستقبلي عليها في حوض العاصي الأعلى، متضمناً تزايد عدد السكان وتطور حاجة الفرد من الموارد المائية، وتحسين كفاءة استخدام هذه الموارد في (مياه الشرب والاستخدام المنزلي والقطاع الزراعي والقطاع الصناعي).

تم في هذا البحث دراسة أربع حوارات لاحتمال الواردات المائية (50%، 75%، 95%) إضافة للمرجعي وإدخال عدة سيناريوهات في كل حوار، واقتراح أولويات طلب وتزويد مختلفة، وتمت دراسة الحلول عند كل حوار وكل سيناريو، واختيار الحلول الأكثر ملاءمة لواقعنا، والتي تميزت جميعها بتأمين احتياجات مياه الشرب لمدينتي حمص وحماه كافة دون أي عجز، حتى عام 2030.

4. الدراسة التي قام بها [17] في حوض العاصي الأدنى بين سد الرستن وجسر الشغور. حيث عمد إلى تحليل الواقع الحالي لاستخدامات المياه في القطاعات المختلفة (مياه شرب وزراعة وصناعة) باعتماد العام 2010 كسنة أساس وإعطاء التزويد بمياه الشرب الأولوية الأولى بين مواقع الطلب الأخرى. حيث تم الوقوف على العجز المائي بما يتعلق بمياه الشرب واقتراح مجموعة من السيناريوهات المستقبلية شملت سيناريو تقليل الفواقد المائية وسيناريو تقليل حصة الفرد من مياه الشرب وسيناريو زيادة الضخ من ينابيع مصياف والغاب. بلغ العجز المائي 186 مليون م^3 في العام 2010 وانخفض بمقدار 70% في العام 2050 بتطبيق السيناريوهات السابقة.

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى:

1- معايرة النموذج WEAP لأغراض مياه الشرب في حوض نهر الكبير الشمالي في المنطقة الممتدة بين الرستن وجسر الشغور.

2- اقتراح سيناريوهات تحليلية مستقبلية لمياه الشرب بالاستناد لنتائج المعايرة السابقة.

مواد و طرائق العمل:

خرائط طبوغرافية مقياس 1:25000 وصور أقمار صناعية.

برنامج التخطيط والتقييم المائيWEAP21 وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS .

بيانات وزارة الموارد المائية حول تدفق النهروالمتجدد السنوي للينابيع واستهلاك مياه الشرب في الحوض.

بيانات مؤسسة مياه الشرب عن مشاريع مياه الشرب (المصدر المائي وكمية الضخ) والقرى المستفيدة من كل مشروع.

بيانات المكتب المركزي للإحصاء في سوريا عن التعداد السكاني في الوحدات الإدارية والقرى المستفيدة من كل مشروع ضمن الحوض.

ولتطبيق النموذج تم إعداد مجموعة من قواعد البيانات الأساسية لعمل النموذج تضمنت: الوحدات الإدارية وخارطة السكان، الخارطة الهيدروغرافية(المائية) مبيناً عليها منشآت التخزين كون هذه الخرائط أساسية في التحليل المعتمد، إضافة إلى حساب حصة الفرد من مياه الشرب في كل من مواقع الطلب بالعلاقة :

حصة الفرد م^3/سنة = إجمالي كمية مياه الشرب الواصلة إلى موقع الطلب / عدد السكان.

ومن ثم يتم حساب التوزع الشهري لمعدل الاستهلاك السنوي وفق العلاقة:

معدل الاستهلاك الشهري%= (حصة الشخص الشهرية/إجمال الحصة السنوية)*100

معدل الاستهلاك = (كمية مياه الشرب الواصلة لموقع الطلب – رواجع الصرف الصحي) / كمية مياه الشرب الواصلة لموقع الطلب وتحسب كنسبة مئوية.

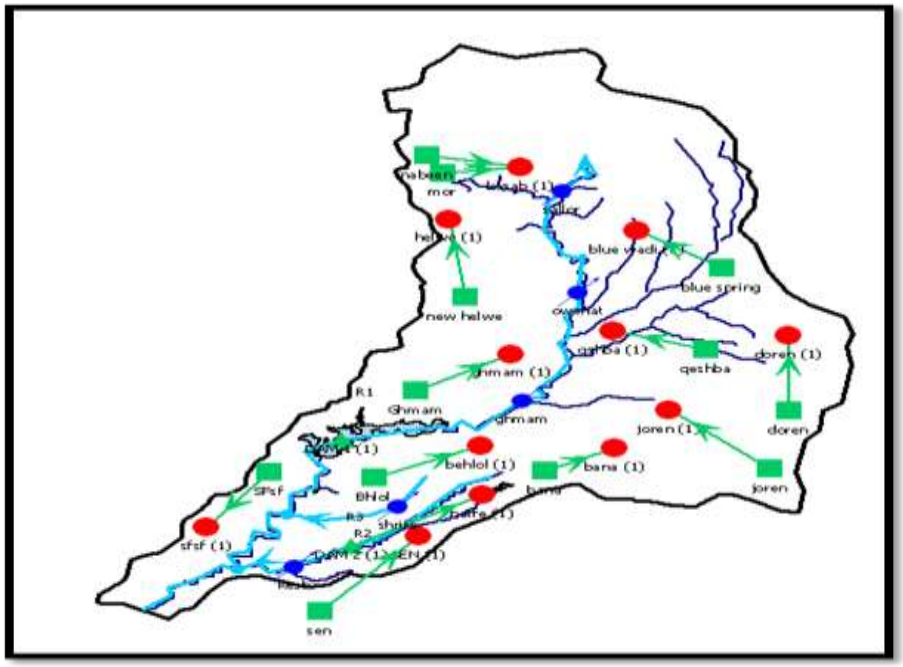
معدل الفقد من الشبكات = (كمية المياه الواصلة لموقع الطلب / إجمالي كمية الضخ)*100

المعدل الشهري للضخ =(كمية الضخ الشهري/إجمالي الضخ السنوي)*100.

أجريت المعايرة للنموذج باعتماد العام 2010 كسنة أساس والعام 2004 كسنة معايرة للتحقق من صحة النموذج المدروس بما يتعلق باستهلاك مياه الشرب ليصار إلى وضع سيناريو مستقبلي بالاستناد إلى نتائج المعايرة.

كما وأدخلت البيانات المتعلقة بكل من النقاط السابقة لسنة الأساس 2010 وتشمل: بيانات مواقع الطلب (عدد السكان ضمن مواقع الطلب، استهلاك الشخص من الماء، التوزع الشهري للاستهلاك المائي، معدل الاستهلاك ضمن كل وحدة إدارية، معدلات الفقد من الشبكات Loss rate). وبيانات عن نهر الكبير الشمالي: مواقع محطات القياس والتدفق الشهري الوارد إلى كل محطة، ثم بيانات منشآت التخزين وبشكل

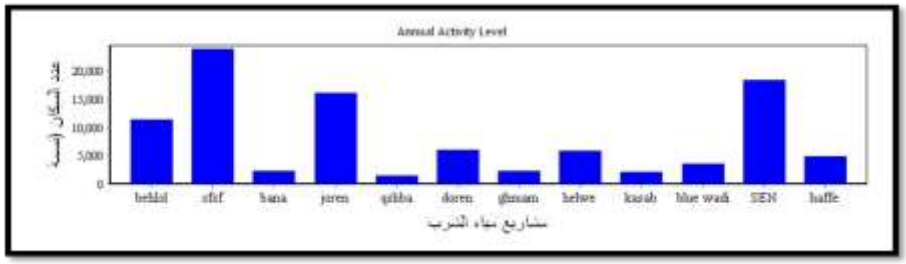
أساسي لسدي 16 تشرين والحفة متضمنة السعة العظمى للتخزين والحجم الميت والتخزين الشهري ومنحني تخزين البحيرة، ويوضح الشكل (1) واجهة العمل الأساسية للنموذج.



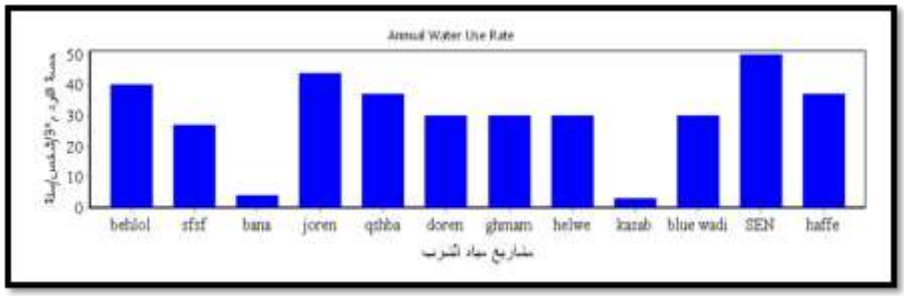
شكل (1): الواجهة الرئيسية للعمل على النموذج .

النتائج والمناقشة:

يبين الشكل (2) التعداد السكاني في حوض نهر الكبير الشمالي تبعاً لمشاريع مياه الشرب في الحوض. حيث يلاحظ أن النسبة العظمى من السكان يتم تأمين مياه الشرب لهم من آبار الصفصاف، إلا أن حصة الفرد تباينت بين مشروع وآخر وكانت الحصة الأكبر للقرى ضمن مشروع نبع السن حيث بلغت حصة الفرد (50) م^3/شخص/سنة. شكل (3).

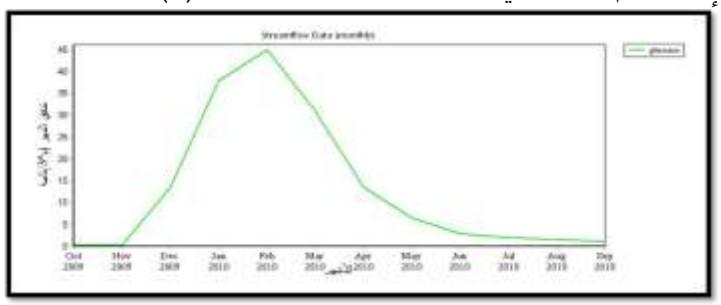


شكل (2): عدد السكان في الحوض في العام 2010.



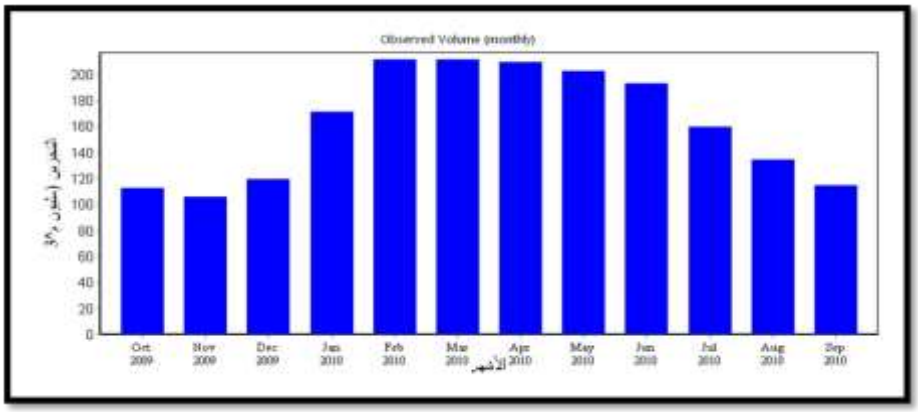
شكل (3): حصة الفرد (م^3/سنة) في الحوض.

بالاستعانة بالخارطة الهيدروغرافية للحوض تم رسم المجرى المائي لنهر الكبير الشمالي وإدخال قيم التدفق في سنة الأساس مبينة بالشكل (4)

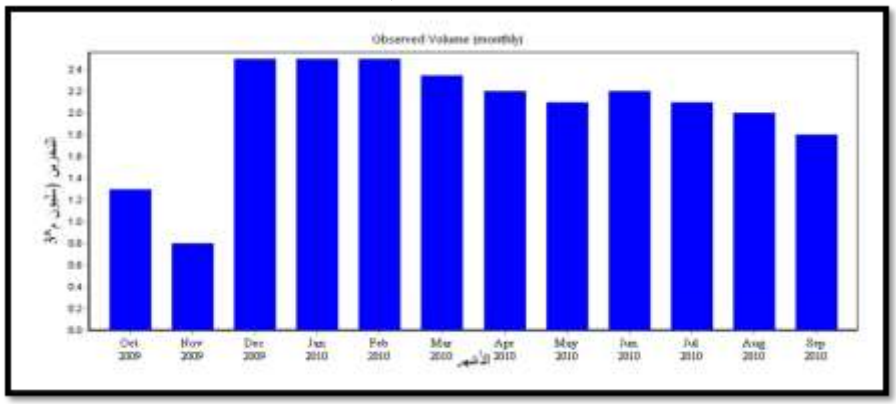


شكل (4): تدفق نهر الكبير الشمالي عند موقع غمام

يتم تحديد موقعي سد 16 تشرين وسد الحفة وإدخال البيانات الأساسية لهما كالسعة التخزينية والمنحني المميز لبحيرة السد والحجم التخزيني والحجم الميت والتخزين الشهري والتخزين الشهري الأعظمي. ويظهرالشكلان (5، 6) قيم التخزين الشهري في سدي 16 تشرين والحفة.



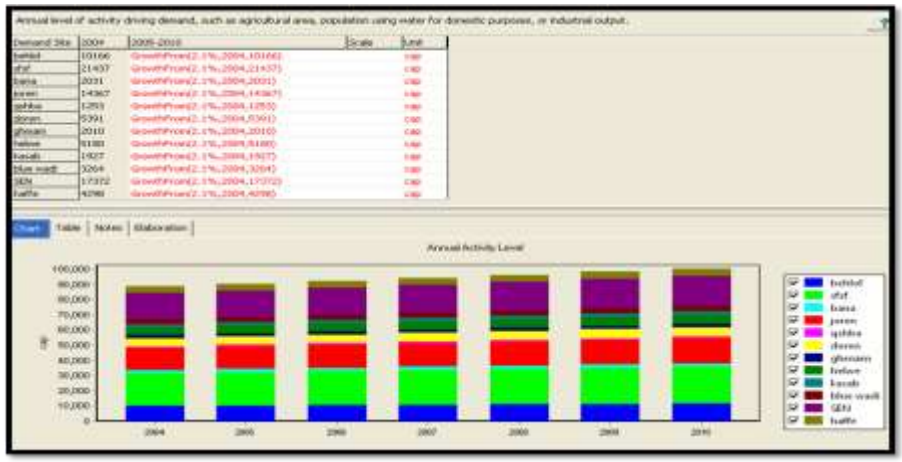
شكل (5): التخزين الشهري في سد 16 تشرين.



شكل (6): التخزين الشهري في سد الحفة.

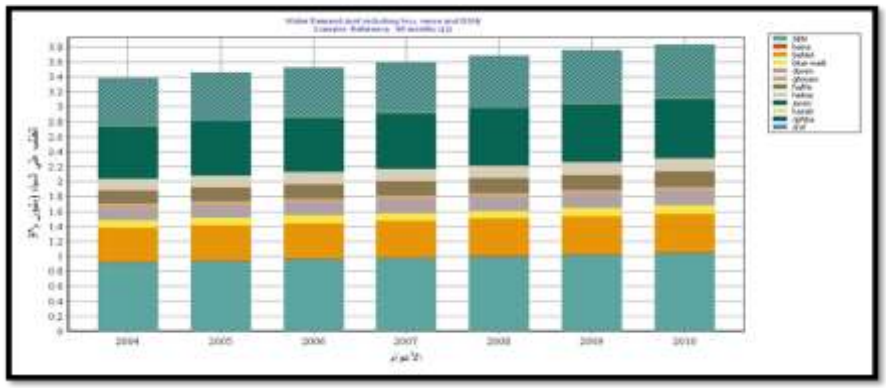
لاحقاً يتم إدخال مواقع الينابيع والآبار التي يتم منها ضخ مياه الشرب في الحوض، وتشمل ينابيع (السن، جورين، المر، النبعين، قشبة، دورين، الوادي الأزرق. إضافة لآبار (الصفصاف، البهلولية، بابنا، الحفة، الحلوة الجديدة، غمام، اليونسية، كنسبا).

بعد إدخال البيانات السابقة تمت معايرة النموذج بالاستناد إلى بيانات العام 2004 للتعداد السكاني وتدفق النهر ومن ثم دراسة سيناريومرجعي وفقاً لمعدلات النمو السكاني في جميع الوحدات الإدارية خلال الفترة (2004–2010). شكل (7).



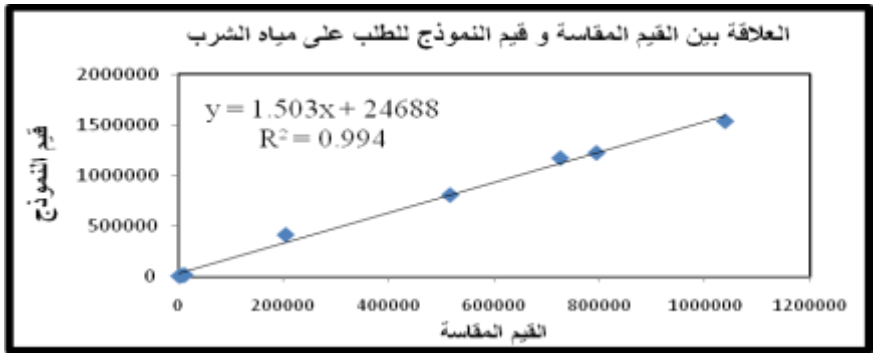
شكل (7): معايرة النموذج باعتماد الفترة الزمنية (2004 –2010).

يبين الشكل (8) الطلب على المياه water demand خلال فترة المعايرة حيث يلاحظ الازدياد الواضح في الطلب على المياه في جميع مواقع الطلب.



شكل (8): الطلب على المياه خلال فترة المعايرة .

تتم المقارنة بين قيم استهلاك مياه الشرب والقيم الناتجة عن المعايرة للعام 2010 ورسم المخطط البياني لها كعلاقة ارتباط وذلك للتعرف على دقة عمل النموذج. شكل (9).



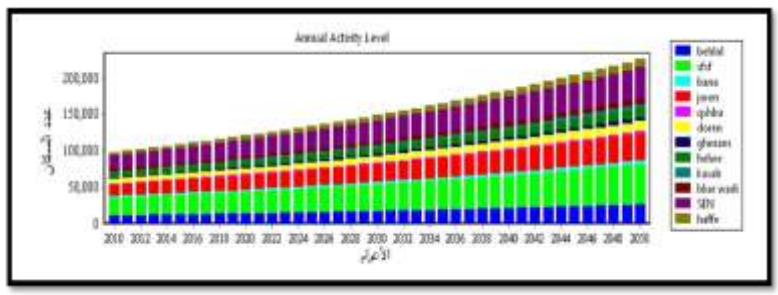
شكل (9): مقارنة قيم النموذج والقيم المقاسة خلال فترة المعايرة.

يلاحظ أن الارتباط بين نتائج المعايرة والبيانات حول الاستهلاك المائي للعام 2010 قوي جداً. وبلغ معامل الارتباط (R=0.9) وهذا يدل على دقة عمل النموذج. وبالتالي يمكن البدء بدراسة واقتراح مجموعة من السيناريوهات المستقبلية للطلب على مياه الشرب.

بداية يتم دراسة السيناريو المرجعيReference scenario خلال الفترة 2011 – 2050 وذلك بالاستناد إلى التوقعات المستقبلية لمعدلات النمو السكاني Projected population growth rate حيث تم الحفاظ على معدل النمو السكاني خلال فترة المعايرة (2.1)%. و أظهرت النتائج في الجدول (1) والشكل (10)

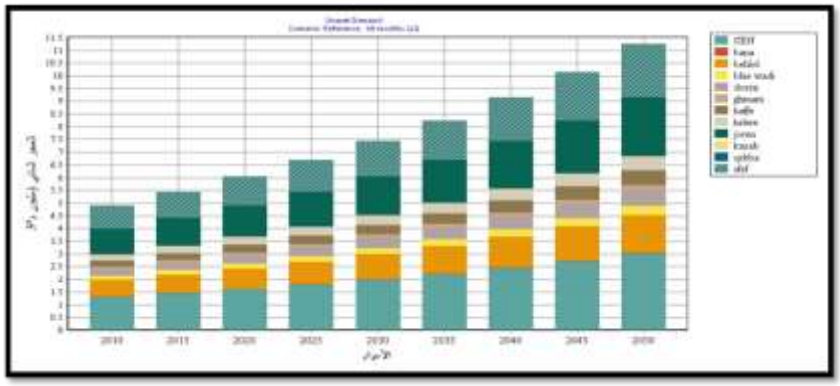
جدول(1): التعداد السكاني في حوض نهر الكبير الشمالي خلال الفترة (2011–2050) .

العام	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
التعداد السكاني	98135	108881	120804	134032	148709	164993	183061	203107	225347



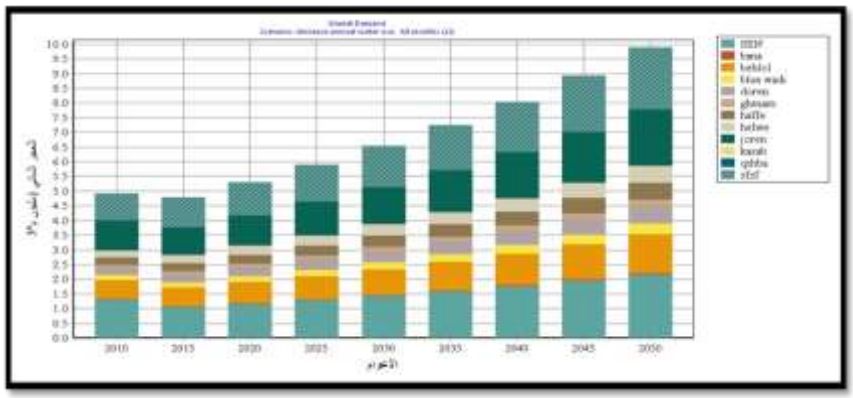
شكل (10): عدد السكان المستقبلي في الحوض خلال الفترة (2011–2050)

بالاستناد إلى نتائج التعداد السكاني يتم دراسة السيناريو المرجعي Reference scenario لتحديد العجز المائي على مياه الشرب موضحاً بالشكل (11).



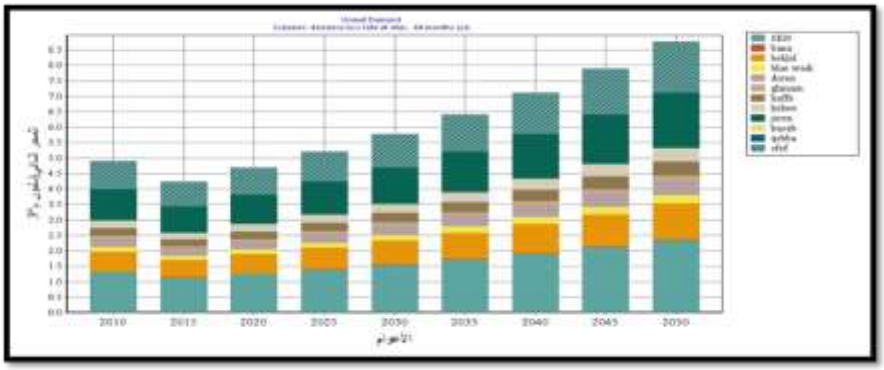
شكل (11): العجز المائي في مياه الشرب خلال الفترة (2011–2050)

يزداد العجز المائي وفق السيناريو المرجعي تدريجيا بدءاً من العام 2011 ليصل إلى 11.2 في العام 2050. وعليه تم اقتراح ثلاث سيناريوهات فرعية : سيناريو تقليل حصة الفرد إلى (100) لتر/يوم/شخص في مواقع الطلب التي يزيد فيها حصة الفرد عن هذا الحد، سيناريو تقليل الفواقد (Decrease loss rate) عبر تقليل الفواقد في شبكات مياه الشرب ومواقع الطلب إلى 10%، ومن ثم اقتراح سيناريو ثالث يجمع السيناريوهين السابقين. يظهر الشكل (12) العجز المائي عند تقليل حصة الفرد حيث يبلغ (4.78) مليون م^3 في العام 2015 ليزداد تدريجياً بعد ذلك وصولاً للعام 2050 حيث بلغ (9.9) مليون م^3 منخفضاً عن السيناريو المرجعي بمقدار (6)%.



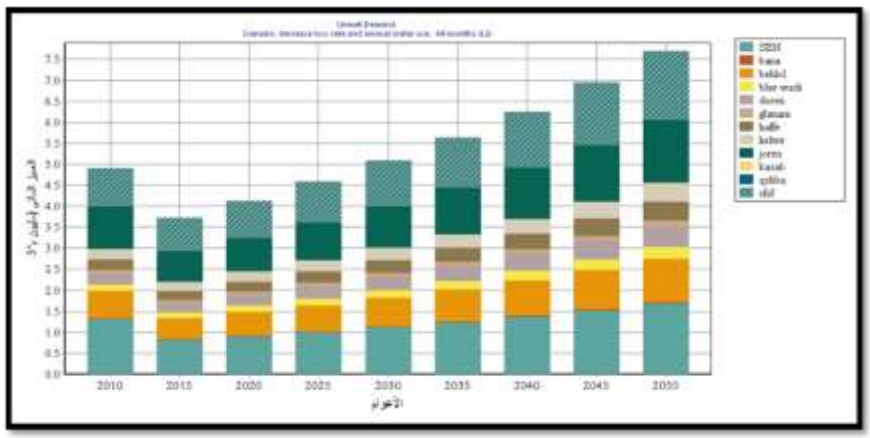
شكل (12): العجز المائي عند تطبيق سيناريو تقليل حصة الفرد.

و عند تطبيق سيناريو تقليل الفواقد المائية بلغ العجز المائي (4.2) مليون م^3 في العام 2015 ليستمر بالازدياد إلى العام 2050 و يصل إلى 8.7 مليون م3 منخفضاً بذلك (12.4)% عن السيناريو المرجعي و (6.4) عن سيناريو تقليل حصة الفرد . شكل (13) .



شكل (13): العجز المائي عند تطبيق سيناريو تقليل الفواقد المائية.

عند الجمع بين السيناريوهين السابقين ازداد العجز المائي بمقدار (3.4)% عن سنة الأساس بدءاً من العام 2030 و(36.3)% في العام 2050 ليبلغ 7.7 مليون م^3. شكل (14).



شكل (14):العجز المائي عند تطبيق سيناريو تقليل حصة الفرد وتقليل الفواقد المائية.

يمكن توضيح قيم العجز المائي و النسبة المئوية للزيادة أو الانخفاض كنسب مئوية بين سيناريو و آخر موضحة في الجدول (2).

جدول(2) مقارنة بين السيناريوهات المدروسة لمياه الشرب.

السيناريوهات	2010	2015	2020	2030	2040	2050
المرجعي(مليون $م^3$)	4.9	5.4	6.03	7.4	9.14	11.2
تقليل حصة الفرد(مليون $م^3$)	4.9	4.7	5.30	6.5	8.0	9.89
تقليل الفواقد(مليون $م^3$)	4.9	4.2	4.69	5.7	7.1	8.75
تقليل حصة الفرد و تقليل الفواقد(مليون $م^3$)	4.9	3.7	4.12	5.07	6.2	7.69
مقدار الزيادة أو الانخفاض عن سنة الأساس وفق سيناريو المرجعي(مليون $م^3$)		0.536	1,13	2,52	4,24	6,3
مقدار الزيادة أو الانخفاض عن سنة الأساس وفق سيناريو تقليل حصة الفرد(مليون $م^3$)		(0.123)	0.399	1,62	3,13	4,99
مقدار الزيادة أو الانخفاض عن سنة الأساس وفق سيناريو تقليل الفواقد(مليون $م^3$)		(0.672)	(0.209)	0.875	2,21	3,858
مقدار الزيادة أو الانخفاض عن سنة الأساس وفق سيناريو تقليل حصة افرد و تقليل الفواقد(مليون $م^3$)		(1,18)	(0.77)	0.174	1,34	2,79
% مقدار الزيادة أو الانخفاض عن سنة الأساس وفق سيناريو المرجعي		9.9	18.8	34.0	46.4	56.4
% مقدار الزيادة أو الانخفاض عن سنة الأساس وفق سيناريو تقليل حصة الفرد		(2.6)	7.5	24.9	39.0	50.4
% مقدار الزيادة أو الانخفاض عن سنة الأساس وفق سيناريو تقليل الفواقد		(15.9)	(4.5)	15.1	31.1	44.0
% مقدار الزيادة أو الانخفاض عن سنة الأساس وفق سيناريو تقليل حصة افرد و تقليل الفواقد		(31.9)	(18.9)	3.4	21.6	36.3

نستنتج مما سبق :

- يعاني حوض نهر الكبير الشمالي من عجز مائي واضح في تأمين الطلب المستقبلي على مياه الشرب (2011–2050) كنتيجة للنمو السكاني المتوقع (2.1)%.
- يزداد العجز المائي بدءاً من العام 2011 و يبلغ 5.4 مليون $م^3$ في العام 2015 و 11.2 مليون $م^3$ في العام 2050.
- ينخفض العجز المائي بتطبيق سيناريو تقليل حصة الفرد بالمقارنة مع السيناريو المرجعي حيث يبلغ 4.7 مليون $م^3$ في العام 2015 و 9.9 مليون $م^3$ في العام 2050 بمقدار انخفاض 6%.

- ينخفض العجز المائي بتطبيق سيناريو تقليل الفواقد بالمقارنة مع السيناريو المرجعي حيث يبلغ 4.2 مليون م^3 في العام 2015 و 8.75 مليون م^3 في العام 2050 بمقدار انخفاض 12.4%.
- الانخفاض الأكبر بالعجز المائي بالمقارنة بالسيناريو المرجعي ظهر بدمج السيناريوات السابقة بلغ 3.7 مليون م^3 في العام 2015 و 7.7 مليون م^3 في العام 2050 بمقدار انخفاض 30% .

و لذا نقترح:

- تحسين كفاءة شبكات مياه الشرب من مصدر الضخ إلى مواقع الطلب لتقليل الفواقد المائية بالنقل إلى الحدود الدنيا وترشيد استعمالات المياه في مواقع الطلب وتقليل الهدر المائي.
- إيجاد نوع من التوازن بين المتاح من مياه الشرب، التعداد السكاني وحاجة الفرد اليومية من المياه لتحديد حصة الفرد السنوية والتي تعتبر أساساً في تقليل العجز المائي وهذا بدورة يرتكز على توقعات دقيقة وفق سيناريوهات النمو السكاني السابقة.
- العمل على تقليل العجز المائي بشكل أكبر عبر دراسة الطلب على مياه الشرب إلى جانب الطلب على المياه في القطاعات الأخرى (الزراعي والصناعي) والوقوف على المصادرالمائية البديلة كمحطات معالجة الصرف الصحي حيث يمكن التفكير بخيارات مختلفة ومن ذلك:

  استخدام المياه المعالجة لري بعض الأراضي الزراعية بدلاً من الري من الآبار أو مصادر المياه الأخرى كالسدود والأنهار. واستخدام الأخيرة في الحد من العجز المائي.

  التوسع باستخدام تقانات حصاد المياه وتأهيل المنشآت التخزينية في الحوض كسد برادون حيث تؤمن مصادر مائية سواء لأغراض مياه الشرب أو لأغراض الري الزراعي. ما يقلل من الضغط على الموارد المائية في الحوض.

المراجع

1. Hans, M.; Peter, F.; and Kenneth, N., 2007. Integrated watershed management. Connecting people to their land and water. Library of Congress, Washington, D.C.
2. عباس جميل 2006– الإدارة المتكاملة للموارد المائية. ندوة إدارة وتنمية الموارد الطبيعية المتجددة . كلية الزراعة. جامعة حلب.
3. عباس جميل وجمال الدين جمال، 2001– إدارة المساقط المائية في سوريه. المنتدى الوطني الأول لمكافحة التصحر. وزارة البيئة بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP).
4. Mourad, A.K., and Berndtsson, R. 2011. Potential water saving from rainwaterharvesting in Syria. Journal of Water Management and Research, 67, pp. 113-117.
5. Falkenmark, M., Lundqvist, J. & Widstrand, C.1990. Water Scarcity - an Ultimate Constraint in Third World Development.Tema V, Report 14: Department of Water and Environment Studies, University of Linköping
6. Raskin, P. et al. (1997), Water Futures: Assessment of Long7range Patterns and Prospects, Stockholm Environment Institute, Stockholm, Sweden.
7. DWAF (Department of Water Affairs and Forestry) 2004. "Olifants Water Management Area: Internal Strategy Perspective"; Department of Water Affairs and Forestry, Pretoria.
8. Simonovic, S. 1996a. "Decision Support Systems for Sustainable Management of Water Resources: 1. General Principles. Water International. Vol. **21**. No. 4.
9. Wurbs, Ralph A. 2005: "Texas Water Availability Modeling System"; Journal of Water Resources Planning and Management, American Society of Civil Engineers. Plann. Manage. **131(4)**, 270–279.
10. Yates, D.; Purkey, D.; Sieber, J.; Huber, L., Annette; G.; and Herrod-J. 2005. "A physically-based, water resource planning model of the Sacramento Basin, California USA"; Submitted to the Journal of Water Resources Planning and Management, American Society of Civil Engineers. P.34.

11. SEI (Stockholm Environment Institute) 2012. WEAP (Water Evaluation and Planning)., Boston USA.Available at: http://sei-us.org/software/weap/ .
12. Assaf, H., and Saadeh, M., 2008. Assessing water quality management options in the Upper Litani Basin, Lebanon, using an integrated GIS-based decision support system. Environmental Modelling & Software, 23, pp. 1327–1337.
13. McKinney, D.C., 2004. Technical report: International survey of decision support systems for integrated water management. Support to Enhance Privatization, Investment, and Competitiveness in the Water Sector of the Romanian Economy (SEPIC) IRG PROJECT NO: 1673-000. Bucharest, Romania.
14. Mugatsia, E., 2010. Simulation and scenario analysis of water resource management in Perkerra catchment using WEAP model. MS.c.thesis. Moi university .pp.156
15. Linsen, M., and Rodrigue, L., 2010. The role of water balance accounting in the decision –making process leading to new small dams in the Preto river basin in the Federal district , Brazil. Geophysical research abstracts.Vol. **12.**

16. خزام، بشرى. 2008. ترشيد استخدام الموارد المائية في حوض العاصي الأعلى. كلية الهندسة المدنية–جامعة البعث. أطروحة دكتوراه. 125 صفحة.

17. عباس، عمار. 2016. استراتيجيات إدارة الموارد المائية في حوض العاصي الأدنى باستخدام تقنيات النمذجة الرياضية. كلية الزراعة–جامعة حلب. أطروحة دكتوراه. 134 صفحة.