مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (9) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (9) 2013

الإدارة المثلى لموارد مياه نبع بانياس في الساحل السوري باستخدام برنامج WEAP

الدكتور شريف بدر حايك*
الدكتور غطفان عبد الكريم عمّار**
ديمة محسن محمد***

(تاريخ الإيداع 2 / 10 / 2013. قُبِل للنشر في 26/ 11 / 2013)

∇ ملخّص ∇

يقع حوض نهر بانياس في وسط الساحل السوري بين حوضي نهر جوبر ونهر مرقية. ومساحة حوضه الصباب (97) كم^2، وطول النهر (24.5) كم.

يهدف البحث إلى الإدارة المثلى لموارد مياه نبع بانياس المتاحة والمهدورة دون استثمار، باستخدام برنامج تقييم وتخطيط الموارد المائية WEAP، اعتمدت منهجية البحث على تجميع البيانات واقتراح سيناريوهين، أولهما: تخزين مياه نبع بانياس لتأمين الاحتياج المائي لمدينة بانياس، وثانيهما: الاستعاضة عن نبع السن في تزويد مصفاة بانياس بالمياه. وقد بلغت نسبة تغطية الاحتياج المائي 88% في سيناريو تزويد مدينة بانياس، بينما كانت متباينة خلال السنة في سيناريو تلبية الاحتياج المائي لمصفاة بانياس، حيث بلغت 84% في الأشهر الستة الأولى، وانخفضت في شهر تشرين الأول إلى 52%. ويتم تغطية العجز الحاصل في الاحتياج المائي في السيناريوهين، بوساطة الآبار المحفورة في طبقة المياه الجوفية المضغوطة في المنطقة.

الكلمات المفتاحية: نبع بانياس، الاحتياج المائي، الحوض الساكب، إدارة الموارد المائية.

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

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (9) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (9) 2013

Optimal management of Banias spring water resources using WEAP- SYRIA

Dr. Sharif Hayek[*]
Dr. Ghatfan Ammar[**]
Dimah Mohammad[***]

(Received 2 / 10 / 2013. Accepted 26 / 11 / 2013)

∇ ABSTRACT ∇

Banias River Basin is located in the middle of the Syrian coast between the Joubar and Merqiah River Basins. Its catchment area is (97) km^2, and its length is (24,5) km.

The research aims to get the optimal management of the available and non-exploited water resources of Banias Spring, using water evaluation and planning system WEAP. Research methodology based on collecting data and proposing two scenarios, first: storing of Banias spring water to provide the water requirement of Banias city, Second: replacing Sin Spring in order to provide Banias Refinery water. The percentage of coverage is about 88% requirement in scenario of water supply to Banias city, while differentiated during the year in scenario meet the water requirement of Banias Refinery, which has reached 84% in the first six months and fallen in October to 52%. Existing wells in the confined aquifer are used to cover the shortfall in the requirement.

Keywords: Banias Spring, Water Requirement, Catchment Area, Water Resources Management.

[*] **Associate Professor, Department of Water Engineering and irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria**
[**] **Professor, Department of Water Engineering and irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria**
[***] **Postgraduate Student, Department of Water Engineering and irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدّمة:

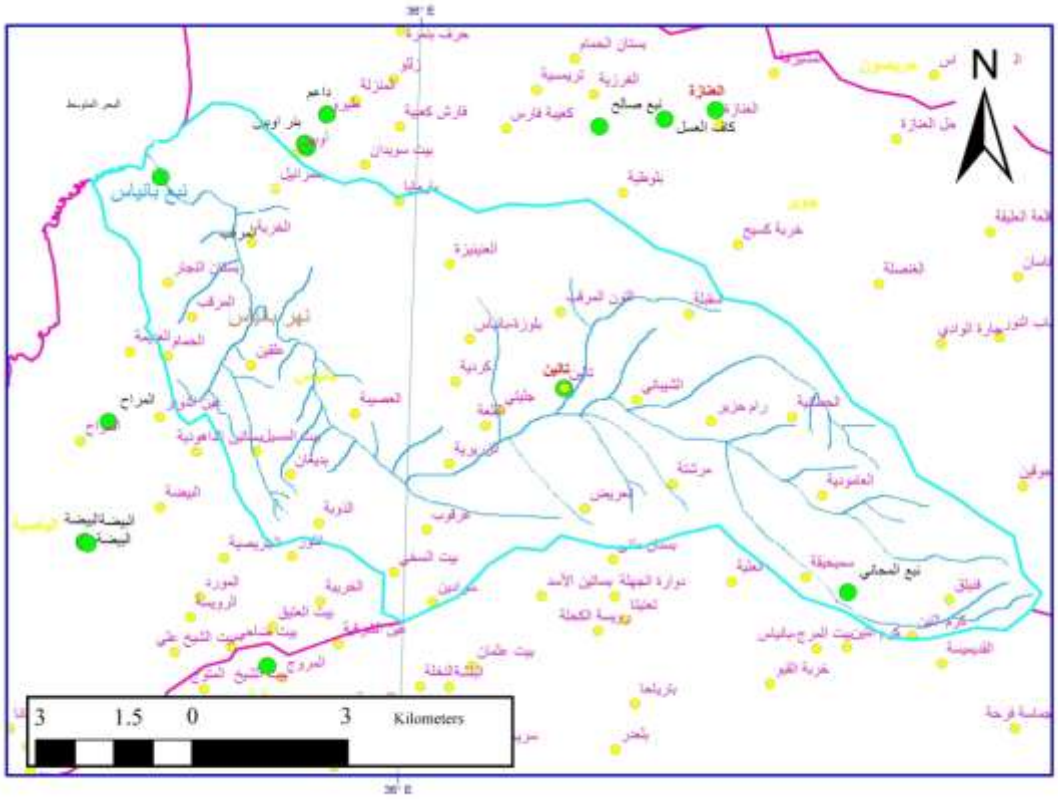
إن المياه العذبة هي مورد محدود بسبب النقص الذي يصيب الدورة الهيدرولوجية خلال فترة زمنية معينة، ولا يمكن استرجاع الكمية المتناقصة اصطناعياً (إن تحلية مياه البحار أصبحت ممكنة ولكنها لا تزال محدودة). المياه العذبة موردٌ طبيعي ثمين، يجب الحفاظ عليه لضمان الخدمات التي لا يمكن تقديمها في حال غيابه. وتعد هذه المياه مصدراً أساسياً للعديد من الأهداف والوظائف والخدمات المختلفة، لذلك فإن الإدارة الشاملة للموارد يجب أن تأخذ بالحسبان الاعتبارات الخاصة والتهديدات للمورد المائي. [1]

يتم تخطيط وإدارة الموارد المائية لضمان كمية المياه الكافية بشكل منتظم واقتصادي، وكذلك نوعية المياه المناسبة للاستخدامات المختلفة البشرية والصناعية والزراعية وغيرها. وتعد خطط الإدارة للمياه مهمة وحيوية خصوصاً في المناطق ذات الموارد المائية المتناقصة، والخطوة الأولى تكون دائماً بتقييم هذه الموارد وتقنيات إدارة الطلب في المنطقة. [2, 3]

تعد الينابيع الرئيسة في سوريا ينابيع كارستية، وقد طور المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) بالتعاون مع المعهد الاتحادي لعلوم الأرض والموارد الطبيعية (BGR) ومعهد ستوكهولم للبيئة (SEI)، نظاماً لدعم القرار بالنسبة للينابيع، عن طريق ربط نموذج MODFLOW 2000 لنمذجة حركة المياه الجوفية مع نموذج WEAP 21 لتقييم الموارد المائية وإدارتها. واستخدم هذا النموذج لنبع بردى حيث تم تطبيق تناقص في الهطل المطري بمقدار 4%، فتنبأ النموذج بحصول انخفاض في قيم التصريف تصل إلى 35% بعد ست سنوات. [4, 5]

تم تنفيذ مشروع الإدارة المتكاملة للموارد المائية في حوض الساحل من قبل مجموعة من الشركات الهولندية أهمها شركة (DHV)، بالتعاون مع مديرية الري العامة لحوض الساحل، وهدف المشروع إلى المساعدة في تطوير رؤية راسخة طويلة الأمد لإدارة الموارد المائية في حوض الساحل، وقد تم التركيز في هذا المشروع بشكل رئيس على تطوير طريقة متكاملة لإدارة الموارد المائية. وكان من أبرز النتائج استخدام أحد برامج نظم دعم القرار (WEAP) وتطبيقه على حوض نهر الصنوبر باستخدام سيناريوهات مختلفة، بغية التوصل إلى طريقة مثلى لاستثمار مياه بحيرة السد ضمن الحوض الفرعي (حوض نهر الصنوبر مع سد الثورة). [6]

يجري نهر بانياس باتجاه الشمال الغربي بدءاً من منبعه، ثم يتحول بعد ذلك إلى الجنوب الغربي، وقبل مصبه يعود من جديد ليتوجه نحو الشمال الغربي ماراً بمدينة بانياس ليصب في البحر. وتكون السفوح العليا للمجرى في أعالي النهر منحدرة وفقيرة بالغطاء النباتي، ثم تتسع تدريجياً مع اقترابها من البحر وتغطيها بساتين الأشجار المثمرة وكروم الزيتون. وتبلغ مساحة الحوض الصباب عند المصب (97 كم^2)، وطول المجرى الرئيس (24.5 كم)، والارتفاع الأعظمي (850 م) فوق سطح البحر. الشكل (1)



الشكل (1) الحوض الساكب لنبع بانياس.

أهمية البحث وأهدافه:

تخضع موارد المياه الصالحة للاستخدام إلى تحديات متزايدة نتيجة النمو السكاني والنشاطات الاقتصادية المتزايدة وتطور أنماط الحياة، مما أوجد منافسة متزايدة وصراعات على هذه الموارد المحدودة. ويؤثر الإنسان بشكل واضح في إنتاجية الموارد المائية. إذ يمكن أن يُخفض من نوعيتها ووفرتها من خلال ممارسات مختلفة كحفر الآبار لاستخراج المياه الجوفية وتلويث المياه، وتغير استخدام الأراضي (التعدي على الغابات، وتوسيع رقعة المناطق السكنية.....الخ) الذي بدوره يؤدي إلى تهديد أنظمة الجريان. إن إعادة استخدام المياه يرفع من قيمة الموارد المائية ومن قيمة الخدمات التي تقدمها، إذ أصبح من المعروف أن قيمة هذه الموارد وفوائدها تتغير وفقاً للغرض من استخدامها. [1]

إن تدهور الموارد المائية في سورية سوف يجعل حصة الفرد من المياه العذبة في عام 2025 في وضع حرج، وسيزداد الاحتياج المائي للمحاصيل الزراعية نتيجة للتغيرات المناخية. ولعدم إمكانية تغيير هذا الواقع الموضوعي يتحتم علينا الاهتمام بتحسين إدارة مواردنا المائية، والبحث عن سبل للحد من الهدر للمياه. [7]

يعد نبع بانياس من الينابيع الكارستية الهامة في المنطقة الساحلية في سوريا. وقد استخدم النبع لإرواء مدينة بانياس قبل عام 1998م، ولإرواء مدينة بانياس والمرقب قبل عام 1988 م، لكنه الآن خارج الخدمة. بالتالي يمكن تلخيص هدف البحث بالعمل على إدارة موارد مياه نبع بانياس المتاحة، من خلال إعداد سيناريوهات الإدارة المثلى

لموارد النبع، اعتماداً على احتياجات التزويد ومتطلباته لمواقع الاحتياج الرئيسة، مع الأخذ بالحسبان معدلات النمو الاقتصادي وتباين الاستخدام.

طرائق البحث ومواده:

إن إمكانية اتخاذ القرارات الصحيحة في الوقت المناسب ترتبط بشكل متين بتوافر المعلومات كماً ونوعاً وموثوقيةً، وتمتلك تكنولوجيا المعلومات عناصر قوة باستطاعتها تغيير طريقة عمل المؤسسات وتحسين الخدمات وكيفية الحصول على المعلومات ودعم اتخاذ القرارات، وتأمين الخدمات وتطوير الوسائل وإعطاء نتائج سريعة ومضمونة بكلفة أقل مع اختصار الوقت، كما أن تكنولوجيا المعلومات تحسّن الطرائق التي تتبعها المؤسسات لتقييم المشاكل القائمة أو الناشئة.

تجري معالجة المعطيات وتحليلها باستخدام موديلات المحاكاة. وتحتاج محاكاة السطح كله أو أجزاء منه، ومحاكاة المياه الجوفية أو كليهما معاً، إلى برنامج لمحاكاة طبيعة الأنظمة الهيدروليكية والهيدرولوجية ومكونات النظام. وقد تطورت خلال العقود الأخيرة المحاكاة بوساطة الكومبيوتر لأنظمة موارد المياه الجوفية والسطحية، وأصبحت طريقة هندسية تطبيقية واسعة الانتشار. إذ تعد معرفة أنظمة المياه الجوفية شرطاً أساسياً للإدارة الفعالة للينابيع. وهناك ارتباط وثيق بين المياه الجوفية والسطحية. [8, 9]

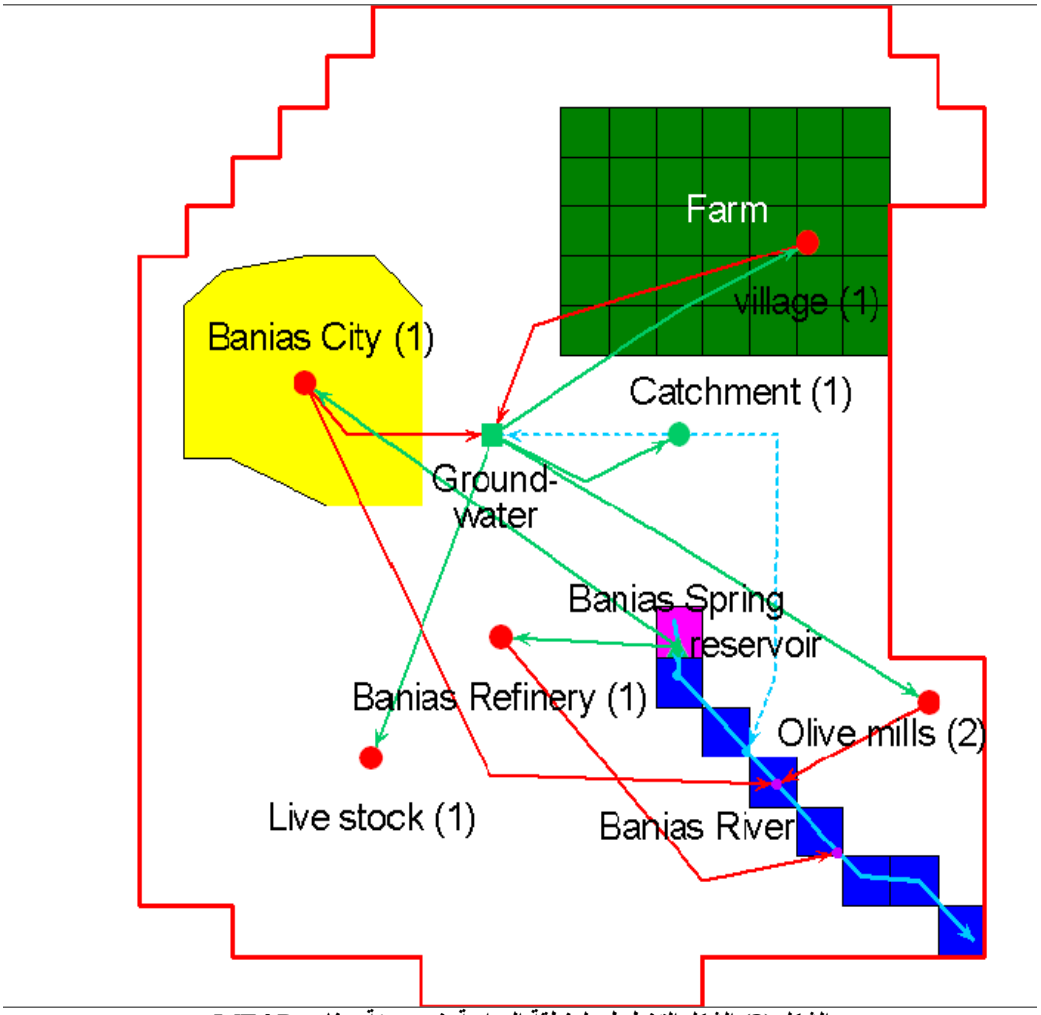
تمّ تجميع المعلومات في هذا البحث من المصادر المختلفة وإدخالها في بيئة برنامج WEAP من أجل إدارة موارد مياه نبع بانياس، ويسهم البرنامج بعمليات التحليل وصياغة البدائل المقترحة للإدارة، ويطور القدرات في مجال البحث والتخطيط وإدارة المياه والزراعة والبيئة، ويساعد في صنع القرار وتقييم الأوضاع الحالية ووضع الخطط المستقبلية.

النتائج والمناقشة:

يعتمد نظام WEAP21 على إدخال معطيات حالية Current Accounts للنظام المائي المدروس (السنة الحالية في بحثنا هي عام 2011 م والفترة الزمنية 2035–2011 م)، ثم يتم بالاعتماد على اختلاف الاتجاهات الاقتصادية والهيدرولوجية والديموغرافية والتكنولوجية إنشاء سيناريو تخطيطي مرجعي يسمى بالسيناريو المرجعي Reference Scenario، ويمكن بعدها تطوير سيناريو أو أكثر بافتراضات بديلة حول التطورات المستقبلية، ويمكن للسيناريوهات أن تغطي مجالاً واسعاً من الأسئلة.

4-1. الشكل التخطيطي

قمنا ببناء الشكل التخطيطي في بيئة برنامج WEAP، وهو يتضمن نبع بانياس الذي يغذي النهر والذي بدوره يتلقى الجريان السطحي من الحوض الساكب ويتصل هيدروليكياً بالمياه الجوفية. يشتمل الحوض الساكب على الغابات والغطاء النباتي، إضافةً إلى المناطق الزراعية وأيضاً مدينة بانياس ومواقع الاحتياج الأخرى (مصفاة بانياس، المعاصر، ....الخ)، التي تتغذى من المياه الجوفية في الوضع الراهن. الشكل (2).

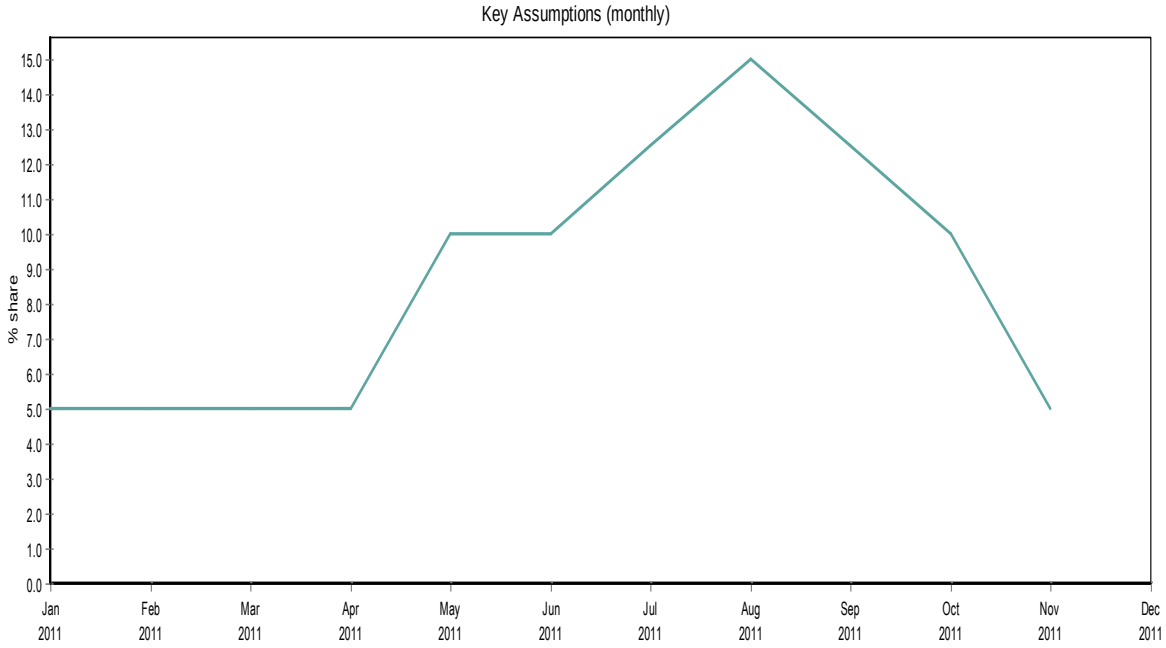


الشكل (2) الشكل التخطيطي لمنطقة الدراسة ضمن بيئة برنامج WEAP.

2-4. مواقع الاحتياج

1-2-4. مدينة بانياس والقرى ضمن الحوض الساكب (Banias City, Village)

يقدر عدد السكان في مدينة بانياس لعام 2011 م بحوالى 50000 نسمة، كما تم إحصاء عدد السكان في القرى الواقعة ضمن الحوض الساكب لنبع بانياس، فكان العدد الإجمالي خلال السنة الحالية للنظام المائي في البحث (2011م) 100000 نسمة تقريباً، ونسبة النمو السكاني حوالي 2%. يتم افتراض الطلب على المياه المحلية بـ 130 ℓ / *cap* / *d* للشخص الواحد. وتغير الاستهلاك الشهري موضح في الشكل (3).



الشكل (3) تغير استهلاك المياه الشهري للسكان.

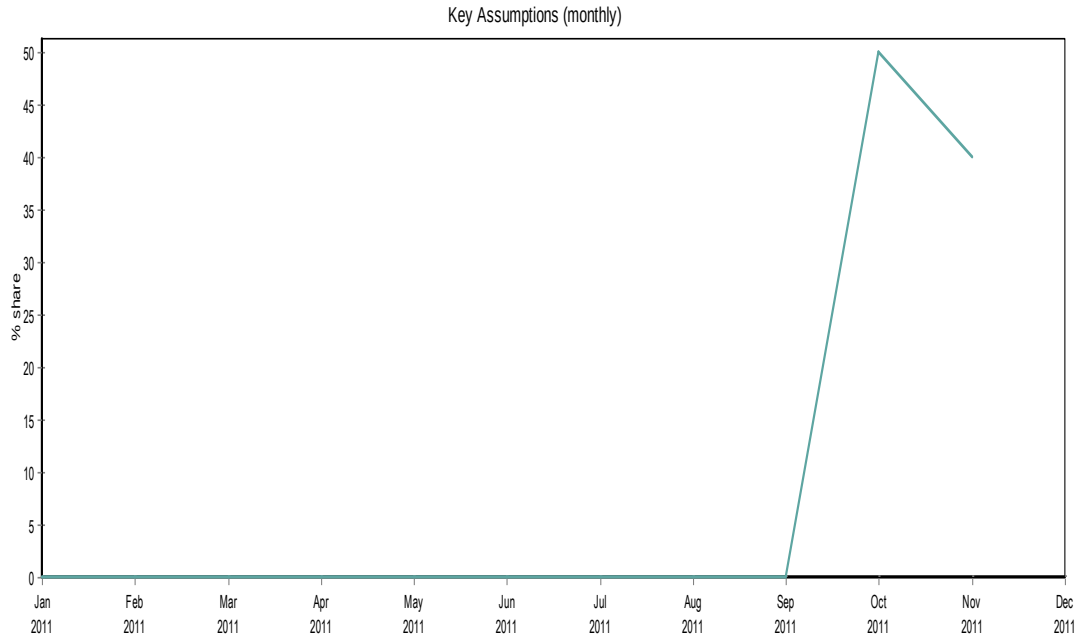
من الصعب معرفة الطلب الدقيق على المياه من قبل الثروة الحيوانية في المنطقة، لكن بعد الرجوع إلى المصادر الزراعية في منطقة الدراسة، تم تقدير عدد المواشي بـ 25000 رأس ماشية، وبمعدل احتياج وسطي يبلغ 50 L في اليوم.

4-2-2. معاصر الزيتون (Olive Mills)

يبلغ العدد الحالي لمعاصر الزيتون في منطقة البحث حوالي 15 منشأة، وتعمل في كل عام من شهر تشرين الأول حتى كانون الأول. تم تقدير متوسط إنتاج المعاصر بـ 1775 kg/d للمنشأة الواحدة، ومتوسط احتياج المياه حوالي 1320 m^3/year لكل موقع إنتاج، كما أن معدل التغير الشهري للاستهلاك موضح بالشكل(4).

4-2-3. مصفاة بانياس (Banias Refinery)

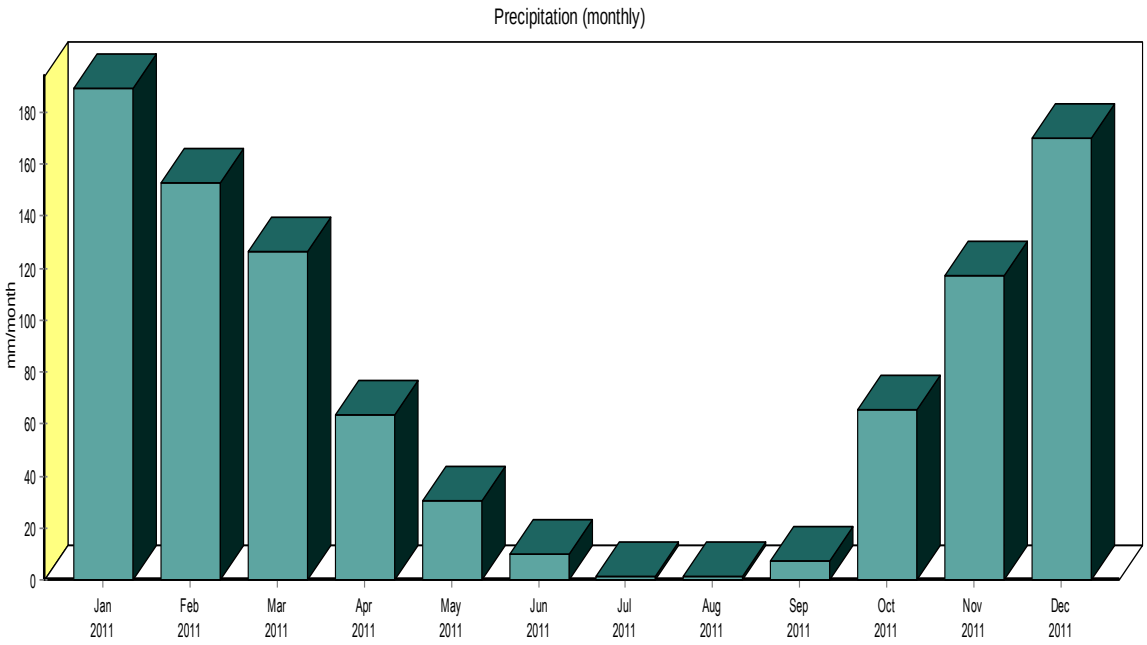
مصفاة بانياس هي واحدة من مصفاتي النفط الوحيدتين في سوريا، إلى جانب مصفاة حمص، ومصفاة بانياس هي الأكبر إنتاجاً من بينهما، إذ تنتج 130000 برميل يومياً، كما يُمكِن للمصفاة تكرير 6 ملايين طن من النفط الخام سنوياً، لتغطي جزءاً بارزاً من الحاجة المحلية للمشتقات النفطية من المازوت والوقود والغاز والإسفلت. ويتم حالياً تلبية الاحتياج المائي لمصفاة بانياس من مياه نبع السن، حيث تتراوح الكميات شهرياً بين 1.027-1.098 مليون متر مكعب.



الشكل (4) تغير الاحتياج الشهري لمعاصر الزيتون.

4-2-4. المناطق الزراعية والغطاء النباتي (Farm)

تبلغ مساحة الحوض الساكب لنبع بانياس $97km^2$، تغطي الغابات نسبة 25% منه، و 50% تقريباً من هذه المساحة يتم استثماره بالزراعة. تشغل المناطق السكنية حوالي 10% من الحوض، والـ 15% الباقية عبارة عن أراض صخرية. تتفاوت كميات الهطل المطري التي تغذي الحوض الساكب شهرياً. الشكل (5).



الشكل (5) التغير الشهري للهطل المطري (mm) خلال السنة الحالية في برنامج WEAP

4-3. مصادر التزويد

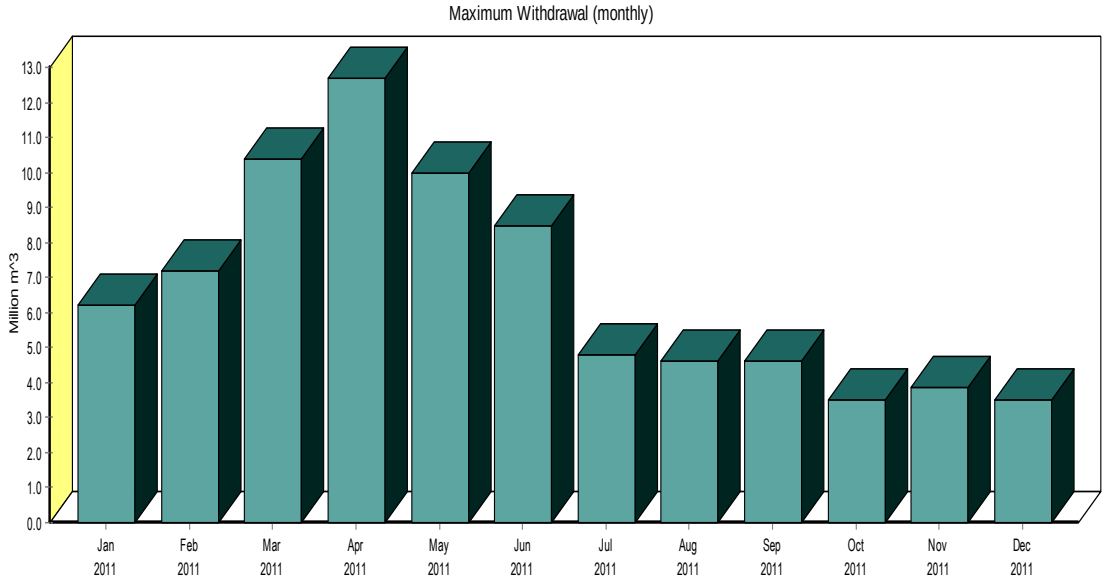
4-3-1. المياه الجوفية (Groundwater)

تشكّلت الطبقة الحاملة للمياه الجوفية بشكل أساسي في توضعات الكريتاسي. حيث تتحرك المياه الجوفية باتجاه الغرب، لتتصرف باتجاه البحر المتوسط، وتتغذى بشكل رئيس من تسرب مياه الأمطار والمياه السطحية عبر مسامات التربة. يمكن بالاعتماد على الخصائص الهيدروجيولوجية فرز مجموعتين ضمن توضعات الكريتاسي هما:

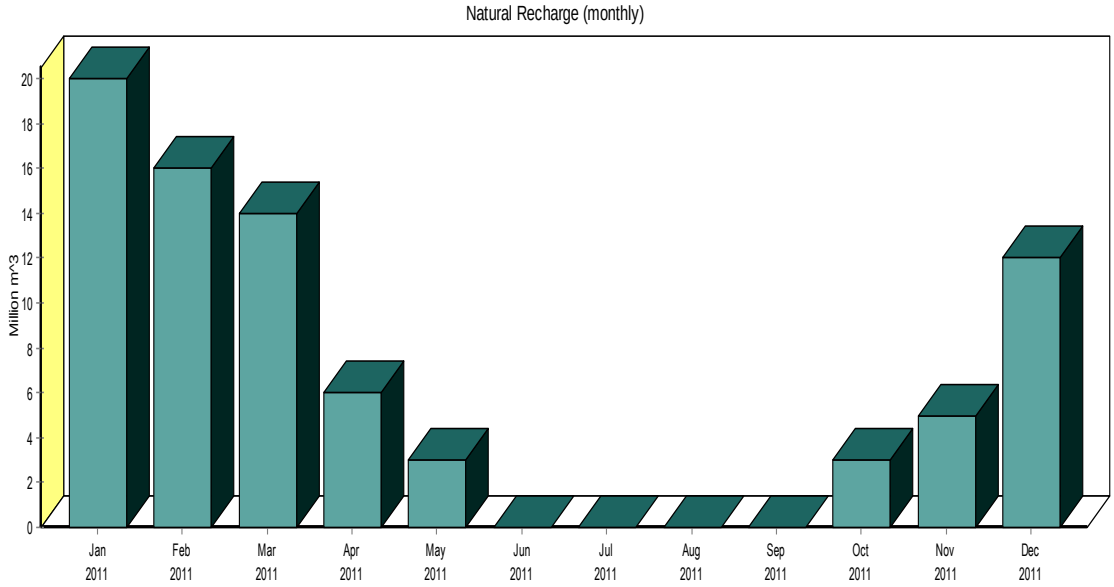
1. المجموعة العلوية: تتميز بالمحتوى الضعيف للمياه وترتبط بتوضعات الماستريختيان C_6، وتتكون ليثولوجياً من الغضار والمارل والصخور الكلسية الغضارية، وتقع بين الطبقة الحاملة للمياه الجوفية الحرة وطبقة المياه المضغوطة، وتتراوح سماكتها بين m (0-60)، وناقليتها الهيدروليكية حوالى 0.0008m/day، لذلك فهي تعد طبقة كتيمة. [6]

2. المجموعة الثانية: تحتوي على المياه ضمن توضعات التورونيان C_5 السينومانيان C_{4-B}، وتتكون من الصخور الكلسية الدولوميتية، حيث تشكل التشققات والفراغات الكارستية فيها ظروفاً ملائمة لحركة المياه الجوفية، تتراوح قيم الناقلية الهيدروليكية لهذا الحامل بين m/day (25-200). كما يمتاز بقيم كبيرة للناقلية المائية $T \approx 10000 \quad m^2 / day$، وبالتالي فإن مأمولية الطبقة عالية. [6]

يتم تفعيل التزويد من المياه الجوفية إلى مواقع الاحتياج في السنة الحالية (Current Account)، ويحدد السحب الأعظمي من الطبقة الحاملة بالكميات المبينة في الشكل (6). بينما تتباين التغذية الطبيعية من الهطل المطري شهرياً إذ تنعدم تقريباً في أشهر الصيف كما يوضح الشكل (7).



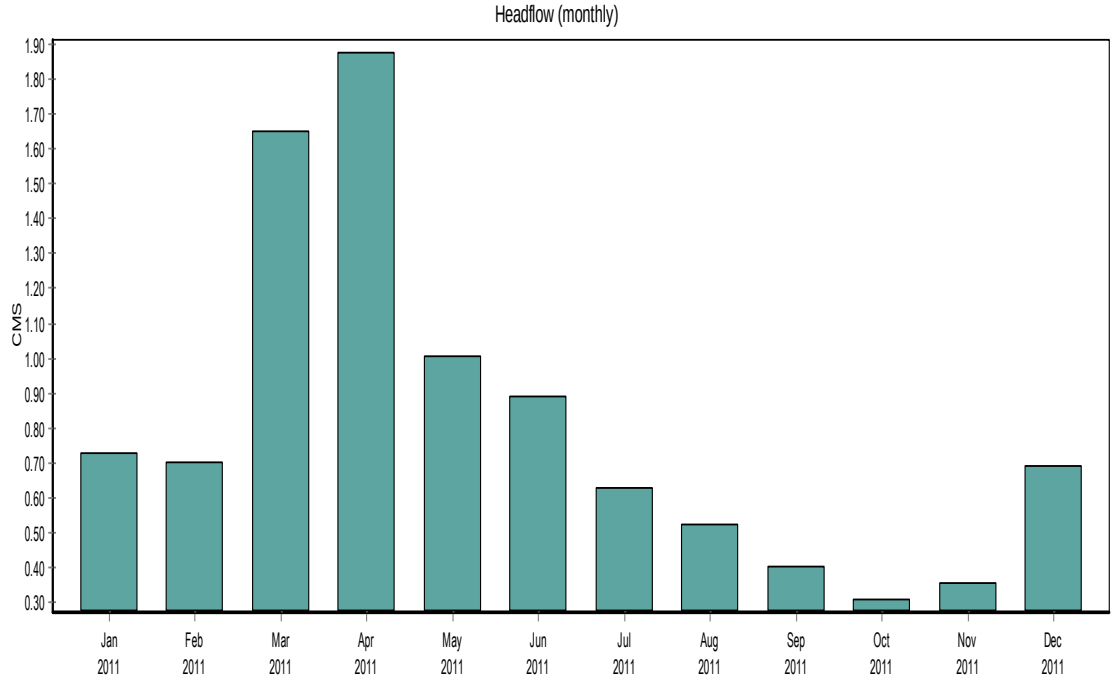
الشكل (6) السحب الأعظمي من الطبقة الحاملة للمياه الجوفية.



الشكل (7) التغير الشهري لتغذية المياه الجوفية من الهطل المطري.

4-3-2. نبع بانياس (Banias Spring)

تم قياس الغزارات الشهرية لنبع بانياس وإدخالها إلى برنامج WEAP ذلك في السنة الحالية للبحث (2011 م). يوضح الشكل (8) التغير الشهري لتدفق نبع بانياس في بيئة برنامج WEAP.



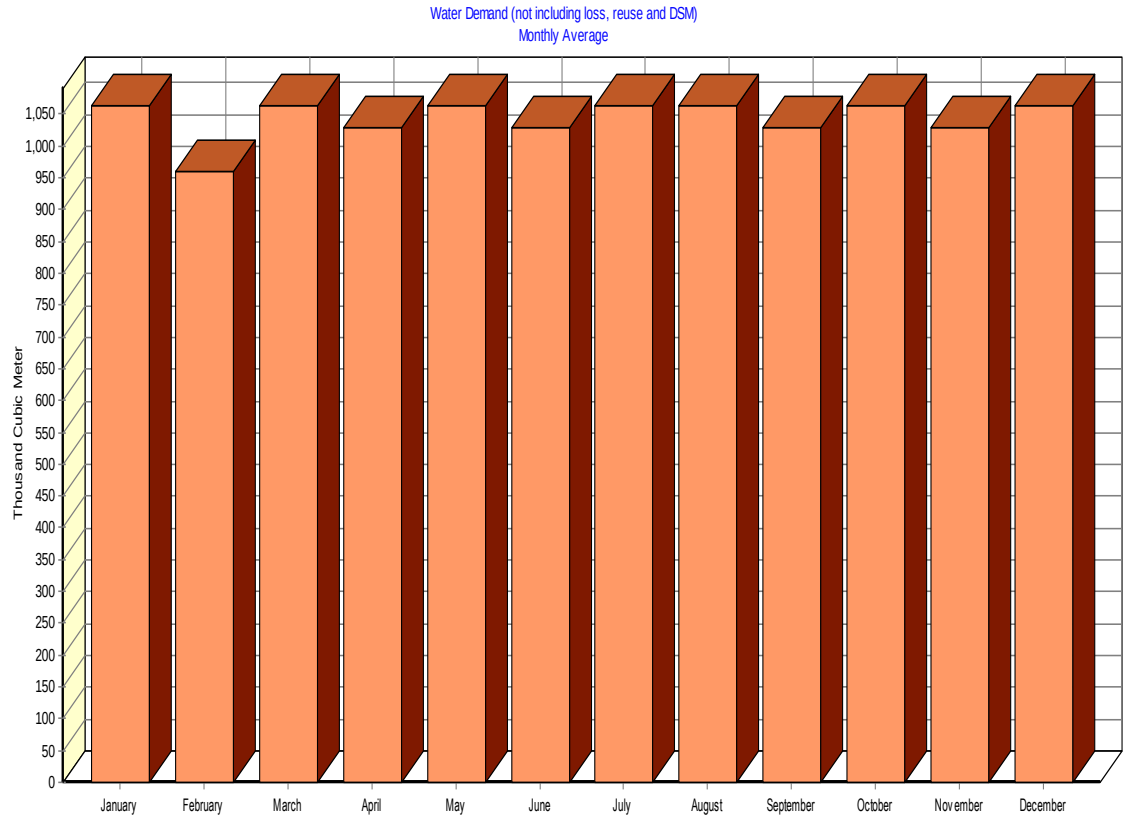
الشكل (8) التغير الشهري لتدفق نبع بانياس في عام 2011م.

4-4. سيناريوهات إدارة موارد مياه بانياس

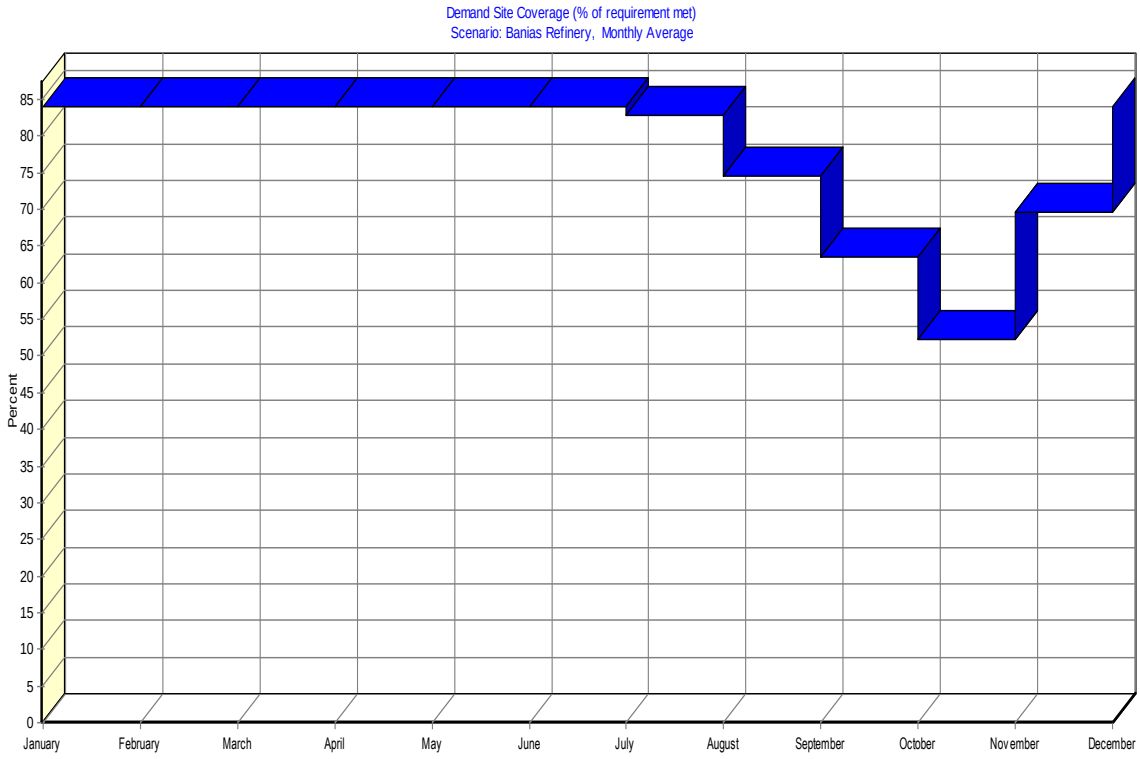
أعددنا عدة سيناريوهات للاستثمار الأمثل لموارد مياه نبع بانياس المتاحة، وذلك باقتراح الاستعاضة عن مياه نبع السن الذي يغذي مصفاة بانياس، وبناء خزان بحجم 100 م^3 يستجر مياهه من نبع بانياس ويؤمن احتياجات المصفاة. فكان السيناريو التالي:

4-4-1. سيناريو مصفاة بانياس Banias Refinery Scenario (2015-2035)

تم اقتراح سنة البدء بسيناريو تزويد المصفاة بالعام 2015م. وكميات الاحتياج الوسطي الشهري للمصفاة موضحة بالشكل (9)، وكانت نسبة تغطية الاحتياج الوسطي في الأشهر الستة الأولى من السنة حوالي 84%، بينما تنخفض نسبة التغطية في شهر تشرين الأول إلى 52%. الشكل (10).



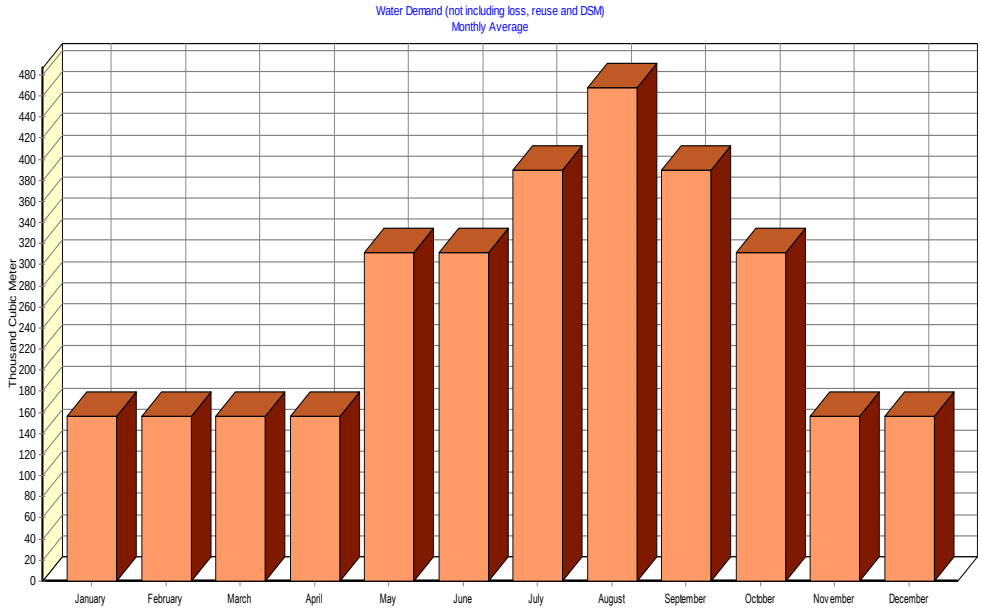
الشكل (9) الاحتياج الشهري الوسطي لمصفاة بانياس.



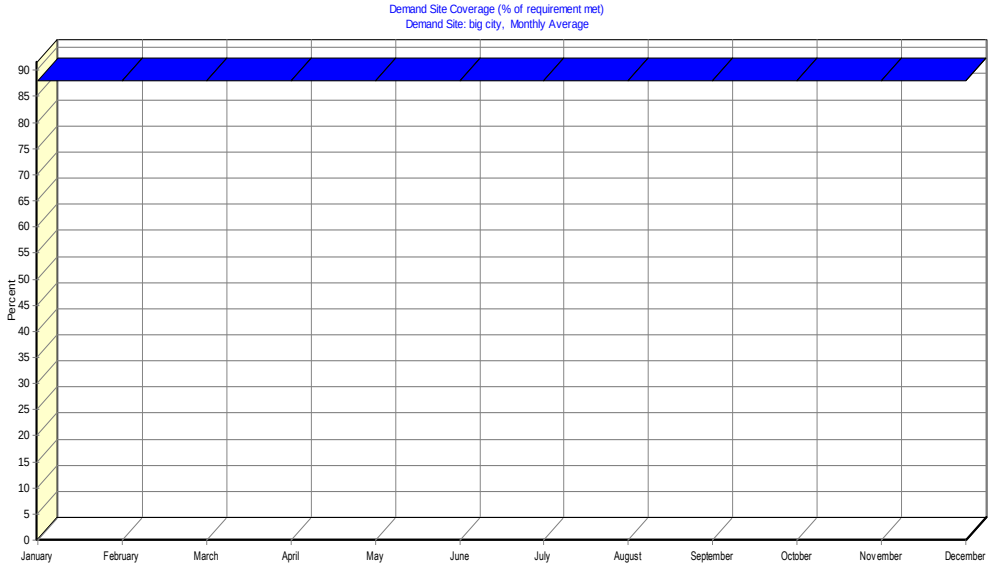
الشكل (10) نسبة تغطية الاحتياج الشهري لمصفاة بانياس.

2-4-4. سيناريو مدينة بانياس Banias City Scenario (2014-2035)

في هذا السيناريو قمنا بتخزين مياه نبع بانياس في خزان عالٍ إسطواني حجمه 100م^3، واستثمار هذه المياه لإرواء مدينة بانياس بدءاً من عام 2014 م، وقد تراوحت كمية الاحتياج الشهري الوسطي لتلبية متطلبات السيناريو المقترح بين 156000م^3 في الأشهر الأربع الأولى من السنة ووصلت إلى 468000 م^3 في شهر آب، الشكل (11). وبالتالي كانت نسبة تغطية الاحتياج 88% خلال فترة السيناريو الشكل (12). ويتم استكمال الاحتياج من الآبار المحفورة في الطبقة الحاملة للمياه الجوفية.



الشكل (11) الاحتياج الشهري الوسطي لمدينة بانياس.



الشكل (12) نسبة تغطية الاحتياج الشهري لمدينة بانياس.

الاستنتاجات والتوصيات:

1. بلغت نسبة تغطية احتياج مياه الشرب 88% في سيناريو تزويد مدينة بانياس بالمياه من نبع بانياس.

2. بلغت نسبة تغطية احتياج المياه 84% في الأشهر الستة الأولى من السنة، وانخفضت في شهر تشرين الأول إلى 52% في سيناريو تلبية الاحتياج المائي لمصفاة بانياس من مياه نبع بانياس.

3. يتم تغطية العجز في تلبية الاحتياج في السيناريوهين السابقين، من خلال الآبار الحالية المحفورة في الطبقة الحاملة للمياه الجوفية في منطقة حوض نبع بانياس.

4. ضرورة إجراء تقييم كمي ونوعي لمصادر المياه في المنطقة والاستفادة منها بشكل اقتصادي ومدروس، وضرورة معالجة التلوث الناشئ عن الأنشطة البشرية المختلفة، الذي يؤدي إلى خروج العديد من الموارد المائية من الاستثمار.

5. ضرورة إعادة تقييم الموارد المائية المتاحة تحت تأثير السيناريوهات المحتملة، ووضع خطط جديدة لتطويرها.

المراجع:

1. SHAKER, A.; FARKOUK, B; ABU-EL-SHAR, W. *Integrated Water Resource Management.* Dept. of Water Engineering ,Faculty of Civil Engineering. Damascus University.2006, 315.

2. LOUCKS, D; BEEK, E. *Water Resources System, Planning and Management.* UNISCO Publishing, Italy. 2005, 19.

3. RAJAEI, F.; SAMADI-BORUJENI, H.; ESLAMIAN, S.; HOSSEINIPOUR, E. *The Impact of Artificial Recharge Plans on Aquifer and Demand Management Techniques in Shahrekord, Iran*. Journal of American Society of Civil Engineers. U.S.A. 2011.

4. ABED RABBOH, R. *Water demand management in Syria*. 3th ed. Regional Workshop on: Water and Sustainable Development in the Mediterranean Water Demand Management, Progress and Policies. Blue Plan UNEP/MAP, Zaragoza, Spain. 2007.

5. ACSAD-BGR TECHNICAL COOPERATION PROJECT. *Management, Protection and Sustainable Use of Groundwater and Soil Resources*. Project Report Phase III, 01.04.2004 – 31.03.2008.

6. شركة IBG/DHV السويسرية – الهولندية. مشروع تأمين جزء من احتياجات مياه دمشق وريفها من فائض مياه الساحل السوري. 2002.

7. حمدان، ياسر؛ الخطيب، محمد. واقع استثمار الموارد المائية لنهر الفرات وآفاق تطويرها. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. سوريا، المجلد 33. العدد 4، 2011،107-125.

8. الأسعد، علي؛ عمار، غطفان. *الهيدرولوجيا الهندسية*. جامعة تشرين. 2013، 506.

9. KRESIC, NEVEN; STEVANOVIC, ZORAN. *Groundwater hydrology of spring*. U.S.A. 2010, 565.