

## إدارة ماء الري الزراعي باستخدام نموذج MABIA- WEAP في حوض نهر الكبير الشمالي بسورية

مارينا العلي\*<sup>(1)</sup> وجميل عباس<sup>(1)</sup> وعماد قبيلي<sup>(1)</sup> وحسين صالح<sup>(2)</sup>

(1). كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(2). الهيئة العليا للبحث العلمي، دمشق، سورية.

(\*للمراسلة: م. مارينا العلي. البريد الإلكتروني: maroo78@hotmail.com).

تاريخ القبول: 2018/09/24

تاريخ الاستلام: 2018/08/02

### الملخص

أجري هذا البحث في حوض نهر الكبير الشمالي في محافظة اللاذقية، في المنطقة الواقعة بين الحدود السورية التركية والشريط الساحلي السوري ضمن مساحة 835 كم<sup>2</sup>، لتقييم الواقع الحالي للموارد المائية في القطاع الزراعي واقتراح سيناريوهات المستقبلية تهدف للتقليل من العجز المائي باستخدام نموذجي MABIA و WEAP 21. والتخطيط والتقييم المائي بالاستناد إلى كل من: بيانات مديرية الموارد المائية في اللاذقية متضمنة: تدفق نهر الكبير الشمالي، وبيانات السعة التخزينية، والتخزين الشهري للسود، والمنحني المميز لبحيرات السود (16 تشرين والحفة والثورة)، والتبخّر، والتسرب بالإضافة إلى التدفق الشهري للينابيع والمياه الجوفية المتجددة)، وبيانات للعناصر المناخية من المديرية العامة للأرصاد الجوية للمحطات المناخية المتواجدة في الحوض، وبيانات وزارة الزراعة (ميزان استعمال الأراضي الذي يتضمن المساحات المروية وأهم المحاصيل المزروعة) وبيانات من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (التحليل الميكانيكي والكيميائي للتربة) ليصار إلى حساب المؤشرات الرطوبة الأساسية. تم إدخال البيانات السابقة لسنة الأساس 2011 فأظهرت النتائج أنه عند تطبيق سيناريو تحسين كفاءة قنوات الري، ينخفض العجز المائي من 4.2 مليون م<sup>3</sup> في عام 2011 وفق السيناريو المرجعي ليصل إلى 2.8 مليون م<sup>3</sup> في عام 2050، وعند تطبيق سيناريو تحسين كفاءة الري الحقلية ينخفض ليصل إلى 2.2 مليون م<sup>3</sup> في عام 2050، وعند دمج السيناريوهين السابقين يتوقع أن ينخفض العجز إلى 2.1 مليون م<sup>3</sup> في عام 2050، وبتطبيق سيناريو حصاد المياه يقل العجز المائي إلى 1.5 مليون م<sup>3</sup> بنهاية عام 2050. مما سبق يتبين أهمية تطبيق النمذجة الرياضية باستخدام نموذجي التخطيط والتقييم المائي (الويب) WEAP21-MABIA لتقييم الوضع المائي المستقبلي للحوض المدروس.

**الكلمات المفتاحية:** الموارد المائية، القطاع الزراعي، حوض نهر الكبير الشمالي، العجز المائي،

MABIA، WEAP21.

### المقدمة:

يعد الماء أساس الحياة البشرية على سطح الأرض، و تزداد أهميته في الأقاليم التي تتصف بمحدودية الموارد المائية كدول حوض المتوسط التي تتصف بهطولات مطرية عاصفية قوية غير منتظمة التوزيع، يضيع معظمها بالتبخّر والجريان السطحي، والسيول التي يصل جزء منها إلى البحار. ومع استمرار التغيرات المناخية والنمو السكاني، والتطور الاقتصادي، والتوسع الزراعي الهادف

إلى زيادة الإنتاج لمواجهة الطلب المستمر على السلع الغذائية، فإن هناك تناقصاً واضحاً في الموارد المائية العذبة، مما يخلق حالة من العجز في تلبية الاحتياجات المائية للقطاعات المختلفة، وبالتالي نشوء أزمة واضحة قد تتفاقم في المستقبل القريب ( Arnell, 2001; Oweis and Taimeh, 1999).

يشكل الماء في سورية العنصر الرئيس في عملية التنمية الاقتصادية والاجتماعية، فبدون الماء لا تتوفر إمكانية التوسع في ري المساحات الزراعية، وتحقيق الأمن الغذائي، وفي ضوء معدلات التزايد السكاني المرتفعة وارتفاع وتيرة التنمية الاجتماعية والاقتصادية، هدفت الخطط الخمسية المتعاقبة في سورية إلى استثمار الموارد المائية المتاحة لتلبية الاحتياجات المتنامية في شتى الأغراض، فقد تم إنشاء العديد من السدود التي بلغ عددها نحو 150 سداً، وتم حفر الكثير من الآبار لأغراض الزراعة والشرب والصناعة، وقد بلغ مجموع مساحات الأراضي المرورية 1.6 مليون هكتاراً (صافي، 2015).

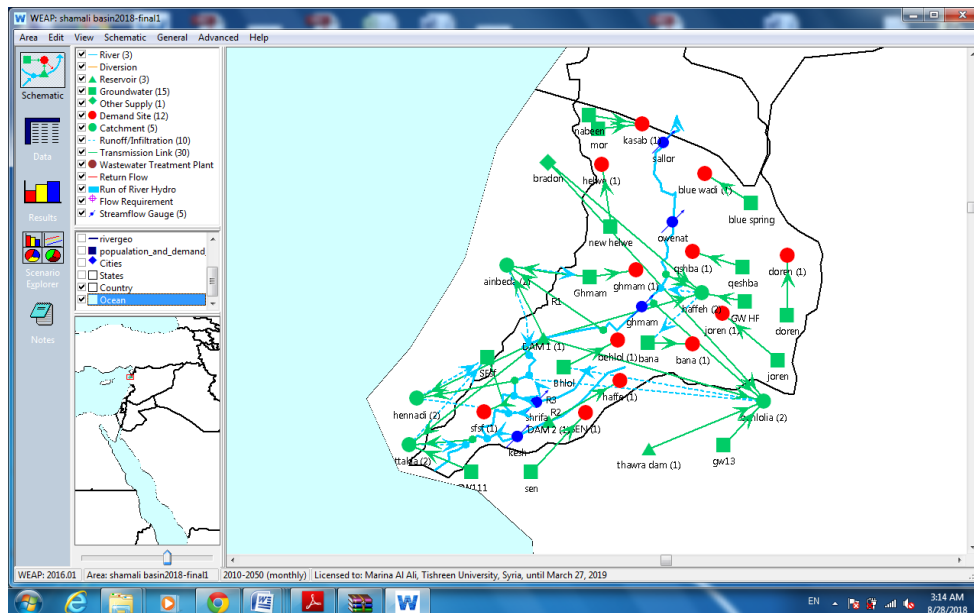
وقد أشارت دراسات مختلفة أجريت على مدار الفترة الزمنية بين عامي 2000 و2010 في سورية إلى أن الأسباب الرئيسة لندرة المياه تعود بالأساس للجفاف المتكرر (Haktanir *et al.*, 2004)، وزيادة الطلب على المياه من القطاعات البشرية والزراعية، وضعف الإدارة (Zimmo and Imseih, 2011, Abu Zeid, 2012)، وزيادة تلوث المياه (El-Kholy *et al.*, 2012)، ومشاكل تصريف مياه الصرف الصحي (Zawahri *et al.*, 2011)، وزيادة التسرب إلى مياه البحر (Kaisi *et al.*, 2005). يقدر متوسط الموارد المائية المتجددة في سورية بحوالي  $16 \pm 2.2$  كم<sup>3</sup>/سنة، واعتبر الاستغلال المفرط للموارد المائية مشكلة رئيسية في سورية ككل، وإن كان أقل شيوفاً في المنطقة الساحلية مقارنةً بالمناطق الداخلية.

أحد أهم مشاكل اعتماد معيار العجز المائي أنه يستند إلى الموارد المائية المتاحة في بلد معين دون الربط مع الاحتياج المائي الحالي والمستقبلي للمياه، ومن هنا تبرز أهمية اعتماد النمذجة الرياضية في دراسة الاحتياج المائي وفق سيناريوهات معينة يتطلب أن تتمتع هذه النماذج بالمرونة، بما يسمح بسهولة الاستخدام من حيث تحديث البارامترات المستخدمة في المعايير، وتحديث البيانات والمدخلات وضمان دقة النتائج (Falkenmark *et al.*, 1990; Raskin *et al.*, 1997). وهنا تعد 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 (DWAF, 2004).

تلعب أنظمة دعم القرار (Decision Support Systems) DSS دوراً مهماً في تقييم هذه السيناريوهات، لمساعدة القائمين على إدارة الموارد المائية والباحثين في وضع القرارات المناسبة. وقد أوضح (Simonovic, 1996 a, b) دور هذه الأنظمة في الإدارة المستدامة للموارد المائية، عبر الجمع بين المحاكاة العقلية، والمخرجات البرمجية للوصول إلى قاعدة بيانات هامة في دعم صنع القرار، كما يجب أن تتمتع هذه الأنظمة بالمرونة والقدرة على إيجاد أجوبة حول الكثير من التساؤلات والمشاكل، إضافة إلى المرونة وسهولة الاستخدام. في كاليفورنيا، تم تطوير نظم DSS المعتمدة على البرمجة ونظم المعلومات الجغرافية GIS (Geographic Information System) لحوض نهر سان جوان كنظام Zeronet DSS لمساعدة صناعات القرار في وضع القرارات المناسبة على مستوى المسقط المائي، مما سمح بوضع عدة سيناريوهات مختلفة لاختيار تأثيرات التغيرات المناخية، واستخدامات الأراضي وتوزيع المياه (Rich *et al.*, 2005).

كما أن برنامج الويب يستخدم بشكل واسع في تحليل سيناريوهات إدارة الموارد المائية، وقد تم استخدامه لإدارة الموارد المائية في إقليم Aral sea (Raskin *et al.*, 1992)، في دولة جنوب إفريقيا (Levite *et al.*, 2003)، وبحيرة Naivasha في كينيا (Alfarra, 2004)، وفي كاليفورنيا (Yates *et al.*, 2005)، وفي البرازيل لعدد من الأحواض المائية (Linsen and Rodrigue, 2010)، وفي فلسطين طولكرم (Haddad *et al.*, 2007)، وفي سورية حوض العاصي الأعلى (خزام، 2008)، وفي كينيا حوض Perkerra (Mugatsia, 2010)، وفي تركيا حوض نهر Gediz (Yilmaz and Harmancioglu, 2010)، وفي سورية حوض العاصي الأدنى (عباس، 2015)، وفي جنوب إفريقيا لحوض نهركاليدون (Ayele, 2016)، وفي الهند حوض شامبال الأعلى (Chuahan and Shrivastava, 2017)، وفي كينيا حوض نهر مارا (Metobwa *et al.*, 2018).

صمم برنامج WEAP<sub>21</sub> في معهد استوكهولم البيئي 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 (Yates *et al.*, 2005; SEI, 2012). يضع الويب 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، وموارد المياه الجوفية، والخزانات، وتحويلات المياه. ويتميز بالمقاربة المتكاملة إزاء محاكاة كامل 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. ويبين الشكل (1) الواجهة الأساسية لنموذج WEAP<sub>21</sub> متضمناً الحوض المدروس.



الشكل 1. الواجهة الأساسية لنموذج WEAP<sub>21</sub> متضمناً الحوض المدروس.

يعتمد الويب على الموازنة المائية ويمكن تطبيقه على النظم الزراعية، أو مجتمع 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 التحقق في مقارنات للتكلفة والعائد للمشاريع ( McKinney, 2004; Assaf and Saadeh, 2008).

يستعرض الويب عدة طرق في نمذجة الأحواض و ذلك عبر الخيار catchment:

- Irrigation demand (FAO crop water requirement)
- Rain fall – runoff method
- Soil moisture method.

وقد تم في السنوات القليلة الماضية إضافة طريقة رابعة هي MABIA والتي تعتمد على منشورات منظمة الزراعة والأغذية العالمية (الفاو) FAO n<sub>56</sub> (Allen *et al.*, 1998)، حيث يأخذ طيفاً واسعاً من العوامل المؤثرة في إدارة الأحواض المائية. وهي تعتبر طريقة شبيهة بالنموذج Cropwat والنسخة المعدلة عنه Aquacrop الذي يتضمن مجموعة واسعة من المدخلات التي تعبر عن نظرة تكاملية لمجموعة من القضايا تتضمن (استعمالات الأراضي، والتربة، والمناخ، والمحاصيل، والري). كل من هذه المعايير الأربعة يتم استخدامها وفق إجراء معين يسمح بجدولة مناسبة للري. العوامل السابقة تسمح للمخطط بالوصول إلى عرض أشمل لمجموعة واسعة من العوامل التي يجب مراعاتها في إدارة موارد المياه لاستخدامها في الحاضر والمستقبل ( Levite *et al.*, 2003; Sieber, 2004; Vogel, 2007).

في ضوء ماتقدم كان لابد من التوجه نحو النمذجة الرياضية المتطورة والذي تتمثل باستخدام برنامج رياضي متكامل -WEAP21 MABIA بغاية إدارة الطلب على الموارد المائية في حوض نهر الكبير الشمالي، ووضع السيناريوهات المستقبلية حتى عام 2050 بهدف تخفيف العجز في الموارد المائية واقتراح بعض التصورات الخاصة.

#### مواد البحث وطرائقه:

##### 1- موقع الدراسة:

يقع حوض نهر الكبير الشمالي إلى الشمال الغربي من القطر العربي السوري، ضمن الجزء الشمالي من حوض الساحل، ويشغل مساحة 835 كم<sup>2</sup>. يبين الشكل (2) صورة فضائية للحوض.



الشكل 2. صورة فضائية لحوض نهر الكبير الشمالي.

## 2- المواد والأجهزة:

- الخرائط الطبوغرافية مقياس 1:25000 والخرائط الجيولوجية مقياس 1:200000.
- الخرائط الرقمية المرجعة DEM.
- خارطة التصنيف الزراعي للأراضي المعتمدة من مديرية الموارد المائية في حوض الساحل.
- بيانات وبرامج متخصصة لمنظمة الفاو حول تصنيف الترب في القطر العربي السوري.
- بيانات مناخية يومية للمحطات الواقعة ضمن الحوض شملت: بيانات الهطل المطري، ودرجة الحرارة العظمى، ودرجة الحرارة الصغرى، ومتوسط الرطوبة النسبية، ومتوسط سرعة الرياح، وعدد ساعات السطوع الشمسي. (المديرية العامة للأرصاد الجوية).
- بيانات عن التحليل الميكانيكي للتربة (رمل وملت وطين)، والمؤشرات الرطوبة الأساسية (السعة الحقلية، ونقطة الذبول الدائم والإشباع)، في المناطق الواقعة ضمن الحوض. (الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دائرة الأراضي).
- برامج حاسوبية متخصصة: WEAP<sub>21</sub>, Arc map, Arc hydro, Google Earth.
- بيانات يومية وشهرية وسنوية من وزارة الموارد المائية خلال الفترة 2004-2011 حول تدفق النهر، والواردات المائية الشهرية والمتجدد الشهري والسنوي من المياه الجوفية والمتجدد الشهري، والسنوي للينابيع وبيانات شهرية لمنشآت التخزين، كالتخزين الأعظمي، والتخزين الشهري، والحجم الميت، والتبخر، والتسرب، والمنحني المميز لبحيرة السد. (مديرية الموارد المائية).
- بيانات لحساب الاحتياج المائي في القطاع الزراعي خلال الفترة 2004-2011 تضمنت: استعمالات الأراضي والتحليل الميكانيكي للتربة وخصائصها الرطوبة والمحاصيل المزروعة واحتياجها المائي، طرق الري المطبقة وفواقد قنوات الري وكفاءة التطبيق الحقلية ومعدل الرشح الأعظمي.

## 3- طرائق العمل:

- نفذت بداية مجموعة من الخرائط كقواعد بيانات أساسية للحوض المدروس شملت:

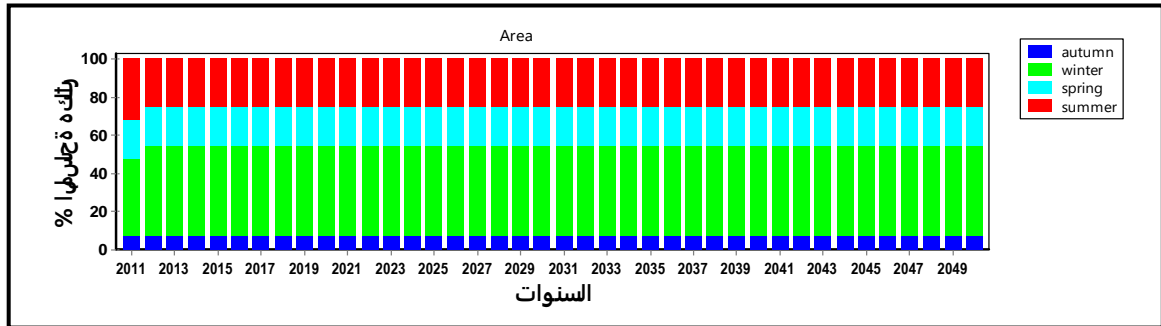
الخارطة الطبوغرافية، وخارطة الارتفاع، وخارطة الميول وخارطة استعمالات الأراضي، وخارطة الهطل، وخارطة توزيع درجات الحرارة. وألحقت هذه الخرائط بجدول تفصيلية تسهم في تفسير أهمية دراسة هذه الخرائط في إدارة الموارد المائية في المنطقة المدروسة. مرفقة ببيانات حول نتائج التحليل الميكانيكي وتحديد قيم الخصائص الرطوبة للتربة، كالسعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم والإشباع والماء المتاح وفق نتائج التحليل السابقة مع الاستعانة بنماذج رياضية متخصصة Aquacrop, spaw hydrology باعتماد سنة أساس 2011 تم إدخال بيانات العناصر المناخية سابقة الذكر. ورسم المخططات البيانية لها في خطوة لحساب قيم التبخر نتح الأساسي  $ET_0$  والذي يعتبر أساساً في حساب الاحتياج المائي للمحاصيل الزراعية. أعطيت الأولوية الأولى لتأمين مياه الشرب، والأولوية الثانية للري حسب الاحتياج المائي لكل من هذه القطاعات.

- بالنسبة لنموذج MABIA تم إدخال مجموعة من المدخلات المرتبطة بإدارة الري تشمل:
  - بيانات الحوض المدروس: تشمل حدود الحوض، ومسار النهر، والروافد، والينابيع، والآبار بالإضافة إلى الوحدات الإدارية لتحديد مواقع الطلب على المياه (شرب، زراعي، صناعي ..)، المنشآت التخزينية كالسدود (16 تشرين، الحفة، الثورة....).
  - استعمالات الأراضي: (أنظمة الزراعة المطرية، أنظمة الزراعة المروية، مناطق غابوية، مروج، مراعي، مناطق سكنية ...). تم إحضار هذه البيانات من مديرية الزراعة في اللاذقية وفق ميزان استعمالات الأراضي.
  - التربة: تم إدخال قوام التربة بالاستناد إلى نتائج التحليل الميكانيكي للتربة وتحديد خصائصها الهيدروفيزيائية (السعة الحقلية، نقطة الذبول الدائم، الإشباع والماء المتاح)، عمق التربة، سماكة طبقة التربة السطحية، معدل الرشح اليومي.
  - المناخ: تعتبر العناصر المناخية أحد أهم العوامل الأساسية في تحديد الاحتياج المائي للمحصول. حيث يتم إدخال البيانات اليومية للعناصر المناخية الأساسية لحساب قيم التبخر نتح الكامن  $ET_0$  وفق طريقة بنمان مونتيث المعدلة والمعتمدة وفق منشورات منظمة الزراعة والأغذية العالمية. تشمل هذه المدخلات: الهطل المطري، درجة الحرارة الصغرى، درجة الحرارة العظمى، متوسط الرطوبة النسبية، سرعة الرياح ومتوسط عدد ساعات السطوع الشمسي. إضافة إلى تحديد الموقع المدروس من حيث الارتفاع وخطوط العرض، ليقوم النموذج بحساب قيم التبخر نتح بشكل تلقائي.
  - المحاصيل الزراعية: تم إدخال بيانات المحاصيل الأساسية من حيث موعد الزراعة، والأطوار الفينولوجية، وموعد النضج، وموعد الحصاد وذلك بالاستناد إلى قاعدة بيانات المحاصيل الزراعية الملحقة بالبرنامج والتي تستند إلى منشورات منظمة الزراعة والأغذية العالمية FAO<sub>56</sub>.
  - الري: يسمح هذا الخيار بتحديد طريقة الري، كفاءة الري، موعد الري.
  - الإنتاجية: تم إدخال بيانات عن إنتاجية المحاصيل المدخلة في النموذج وذلك بالاستناد إلى بيانات المجموعات الإحصائية الصادرة عن وزارة الزراعة كغ/هكتار.

تتم معايرة النموذج خلال الفترة 1990 - 2011 وبالإستناد إلى معيار الإنتاج لكافة الوحدات الإدارية في الحوض (اللاذقية - الهنادي - الحفة - عين البيضا - البهلوية) والتعرف على معامل التحديد ليصار إلى تحديد العجز المائي في سنة الأساس 2011 ومن ثم اقتراح سيناريوهات مستقبلية تسمح بالتقليل من هذا العجز.

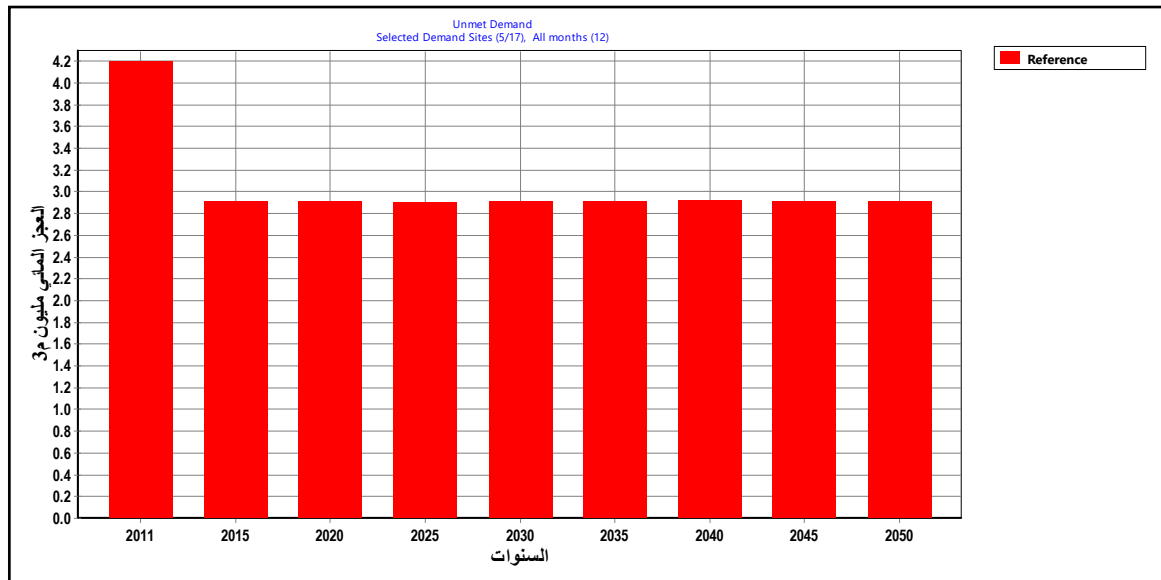
## النتائج والمناقشة:

تم البدء بالدراسة من عام 2011 بالاعتماد على سيناريو المرجعي Reference يقوم على تثبيت كافة مدخلات السنة المرجعية (عناصر مناخية، الغلة، واردات مائية، الخ....) وذلك للتعرف على التغير في المخططات البيانية لكل سيناريو مدروس بحسب المتغيرات التي نقوم بإدخالها، بالإضافة إلى تثبيت المساحات لجميع الأحواض الجزئية Growth +0.0 مع زيادة المحاصيل الشتوية، وتقليل مساحة المحاصيل الصيفية والشكل (3) يوضح ذلك.



الشكل (3): تثبيت المساحات المزروعة مع زيادة المحاصيل الشتوية وتقليل مساحة المحاصيل الصيفية.

بتطبيق الإجراءات السابقة على السيناريو المرجعي Reference ينتج الشكل (4).



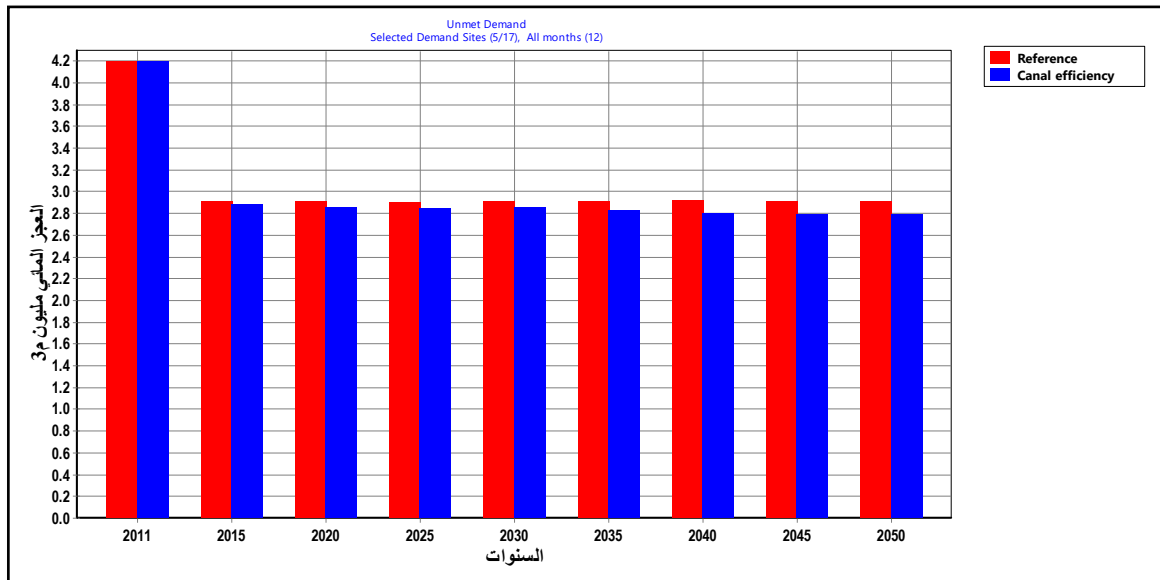
الشكل 4. العجز المائي في منطقة الدراسة وفق السيناريو المرجعي.

من الشكل (4) يلاحظ انخفاض العجز المائي من 4.2 مليون م<sup>3</sup> في عام 2011 ليصل إلى 2.9 مليون م<sup>3</sup> في عام 2050. السيناريوهات:

## 1. سيناريو تحسين كفاءة قنوات الري:

الذي يقوم على افتراض تقليل فواقد قنوات الري من المصدر المائي سواء من السدود أو الماء الجوفي من 30% في سنة الأساس إلى الحدود الدنيا 10% في عام 2050، وذلك من خلال تحويلها من أقبية مكشوفة إلى أنابيب إضافة إلى التحكم الجيد بالوصلات بين الأنابيب.

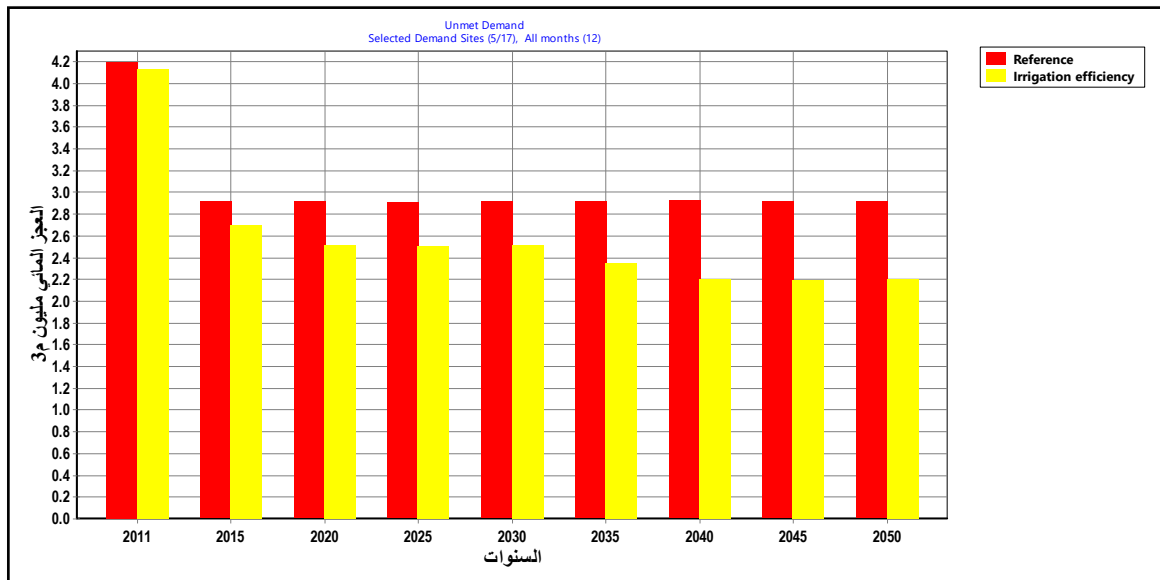
حيث نلاحظ انخفاض العجز المائي من 4.2 مليون م<sup>3</sup> وفق السيناريو المرجعي لينخفض إلى 2.8 مليون م<sup>3</sup> في عام 2050 كما هو واضح في الشكل (5).



الشكل 5. العجز المائي في منطقة الدراسة وفق سيناريو تحسين كفاءة قنوات الري.

2. سيناريو تحسين كفاءة الري الحقلي:

من خلال التوسع باستخدام الري بالتنقيط، والتقليل من الفواقد المائية، وتحسين كفاءة الري من 70% في سنة الأساس لتصل إلى 90% في عام 2050. نلاحظ الانخفاض الكبير في العجز المائي من 4.2 مليون م<sup>3</sup> ليصل إلى 2.2 مليون م<sup>3</sup> في عام 2050. والشكل (6) يوضح الانخفاض التدريجي في العجز المائي بتطبيق هذا السيناريو.

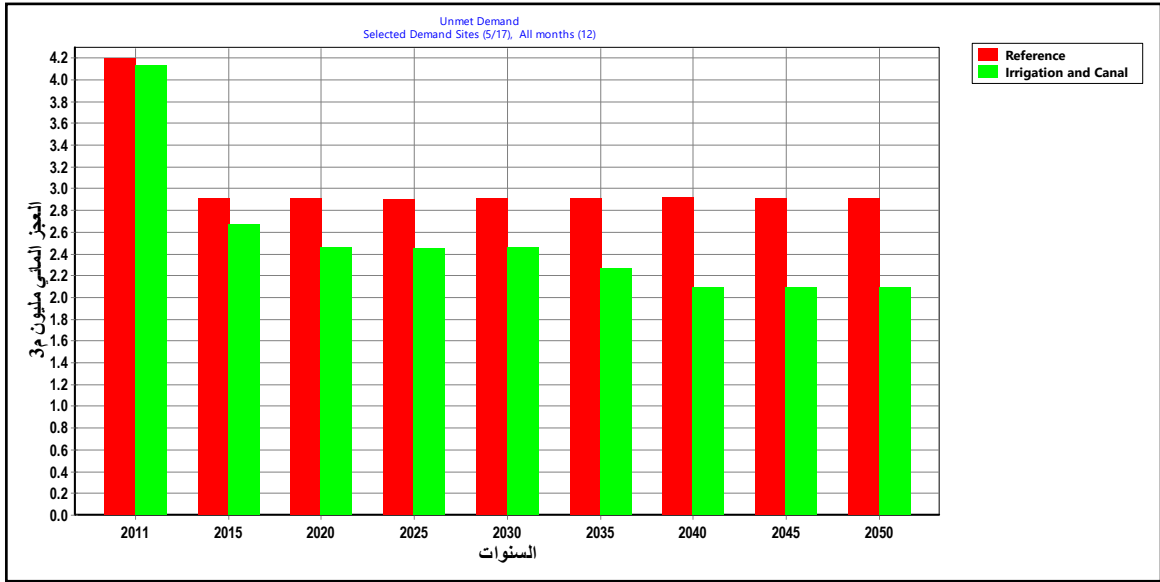


الشكل 6. العجز المائي في منطقة الدراسة وفق سيناريو تحسين كفاءة الري الحقلي.

3. سيناريو تحسين كفاءة الري وقنوات الري (دمج للسيناريو الأول والثاني):

بدمج السيناريو الأول والثاني، وفقاً للسيناريو المرجعي نسبة العجز المائي المتوقعة هي 4.2 مليون م<sup>3</sup> ويتطبيق سيناريو الدمج يتوقع أن ينخفض العجز إلى 2.1 مليون م<sup>3</sup> كما هو واضح في الشكل (7).

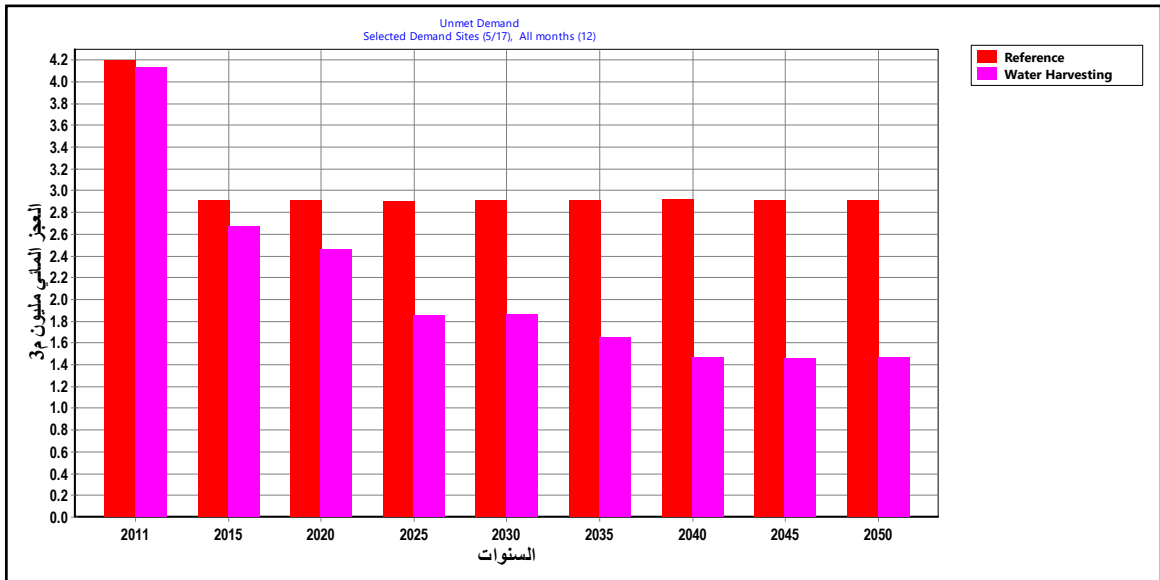




الشكل 7. العجز المائي في منطقة الدراسة وفق سيناريو الدمج (تحسين كفاءة قنوات الري والري الحقلي).

4. سيناريو حصاد المياه:

بالاستناد إلى سيناريو الدمج واقتراح تقانات حصاد المياه، وذلك من خلال الاستفادة من المنشآت التخزينية الموجودة مثل سد برادون واقتراح سنة 2025 لإعادته للخدمة، الذي بإضافته كمصدر مائي للحوض يمكن أن يقلل من العجز المائي من 4.2 مليون م<sup>3</sup> ليصل إلى 1.5 مليون م<sup>3</sup> بنهاية عام 2050 كما هو موضح في الشكل (8) حيث نلاحظ الانخفاض في العجز المائي بدءاً من عام 2025.

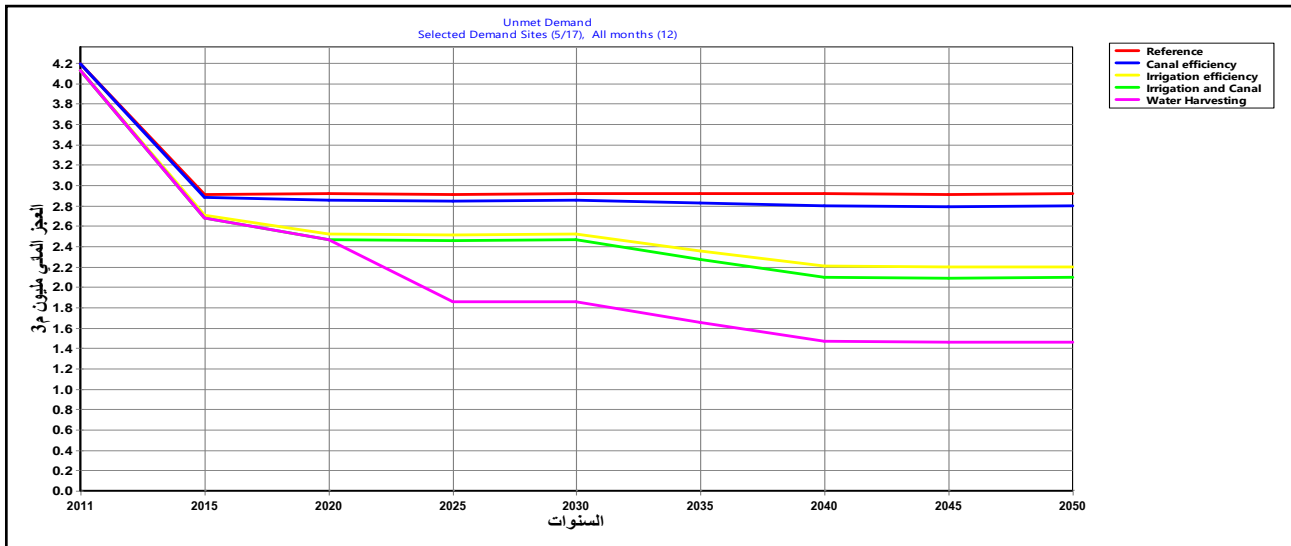


الشكل 8. العجز المائي في منطقة الدراسة وفق سيناريو حصاد المياه (سد برادون).

وأخيراً يبين الجدول (1) نتائج السيناريوهات السابقة كخيارات أساسية في تقليل الفواقد المائية في الحوض المدروس للتغلب على العجز المائي في القطاع الزراعي في حوض نهر الكبير الشمالي والموضحة في الشكل (9).

الجدول 1. العجز المائي في منطقة الدراسة وفق السيناريوهات المدروسة مقدره بالمليون م<sup>3</sup>.

السيناريو المقارن	2011	2020	2030	2040	2050
المرجعي	4.190	2.914	2.915	2.918	2.916
كفاءة قنوات الري	4.189	2.854	2.855	2.799	2.796
كفاءة الري الحقلية	4.130	2.518	2.516	2.203	2.201
الدمج	4.129	2.463	2.461	2.095	2.094
حصاد المياه	4.129	2.463	1.858	1.463	1.462



الشكل 6. العجز المائي في منطقة الدراسة وفق السيناريوهات المدروسة.

## الاستنتاجات:

- انخفض العجز المائي في القطاع الزراعي وفق السيناريوهات المدروسة خلال سنوات الدراسة، وبالمقارنة مع السيناريو المرجعي في سنة 2050 نلاحظ انخفاض العجز بعد تطبيق سيناريو تحسين كفاءة قنوات الري بمقدار (4.12 %)، إلا أنه انخفض بشكل كبير عند تحسين كفاءة الري الحقلية (24.52 %) أما عند تطبيق سيناريو الدمج انخفض العجز بمقدار (28.19 %).
- تلعب تقانات حصاد المياه دوراً هاماً في تقليل العجز المائي، حيث لوحظ انخفاض العجز المائي عند تطبيق سيناريو حصاد المياه (سد بردون) بمقدار (49.86 %).

## التوصيات:

- 1- زيادة كفاءة شبكات الإمداد وتقليل الهدر المائي في مواقع الطلب والتحول إلى الري بالتنقيط كونه أكثر طرق الري كفاءة في تقليل الفواقد بالري.
- 2- إقامة منشآت التخزين وحصاد المياه لتأمين موارد مائية إضافية تسهم في تغطية العجز المائي في الحوض.
- 3- التوسع في استخدام النماذج الرياضية التي تنظر إلى العوامل المؤثرة في إدارة الموارد المائية من منظور متكامل وإتاحة فرص التدريب على مثل هذه البرمجيات.

## المراجع:

- خزام، بشرى (2008). ترشيد استخدام الموارد المائية في حوض العاصي الأعلى. كلية الهندسة المدنية، جامعة البعث. أطروحة دكتوراه.
- صافي، دباله (2015). وضع إطار لتطوير عمل القطاع العام في إدارة الموارد المائية. كلية الهندسة المدنية، جامعة دمشق، رسالة ماجستير. 139 ص.
- عباس، عمار (2015). استراتيجيات إدارة الموارد المائية في حوض العاصي الأدنى باستخدام تقنيات النمذجة الرياضية. كلية الزراعة. جامعة حلب. 134 ص.
- Abu Zeid, K.M. (2012). Mediterranean water outlook: Perspective on policies and water management in Arab Countries. In: Choukr-Allah, R., Ragab, R., Rodriguez-Clemente, R., (eds). Integrated water resources management in the Mediterranean region. Springer, Netherlands. 223–235.
- Alfarra, A. (2004). Modelling Water Resource Management in Lake Naivasha. MS Thesis, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation of Enschede, the Netherlands. Pp.91.
- Allen, R.G.; L.S. Pereira; D. Raes; and M Smith (1998). Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. Pp 293.
- Arnell, N.W. (1999). Climate change and global water resources. *Global Environmental Change*, 9: 31–49.
- Assaf, H.; and M. Saadeh (2008). Assessing water quality management options in the Upper Litani Basin, Lebanon, using an integrated GIS-based decision support system. *Environmental Modelling and Software*. 23: 1327–1337.
- Ayele, A.S. (2016). Application of water evaluation and allocation planning (WEAP) model to assess future water demands and water balance of the Caledon river basin. Master of Engineering in Civil Engineering. Central University of Technology, Free State, South Africa. Pp113.
- Chuahan, M.K.; and R.K. Shrivastava (2017). Acritical study of water availability and water use in upper chambal sur basin in madhya pradesh. *J. Indian Water Resour. Soc.*, 37(4): 47-55.
- DWAF (Department of Water Affairs and Forestry) (2004). Olifants Water Management Area: Internal Strategy Perspective. Department of Water Affairs and Forestry. Pretoria.
- El-Kholy, R.; A. El-Saadi; and A.E. Abdin (2012). Pollution and measures towards de-pollution of the Mediterranean Sea. In: Choukr-Allah, R., Ragab, R., Rodriguez-Clemente, R., (eds). Integrated water resources management in the Mediterranean region. Springer, Netherlands. Pp 175–194.
- Falkenmark, M.; J. Lundqvist; and C. Widstrand (1990). Water scarcity - an ultimate constraint in third world development. Tema V, Report 14: Department of Water and Environment Studies, University of Linköping.
- Haddad, M.; A. Jayousi; and S.A. Hantash (2007). Applicability of WEAP as water management decision support system tool on localized area of watershed scales: Tulkarem District in Palestine as a case study.” Eleventh International Water Technology. Conference, IWTC11 Sharm El-Sheikh, Egypt. Pp 811-825.
- Haktanir, K.; A. Karaca; and S.M. Omar (2004). The prospects of the impact of desertification on Turkey, Lebanon, Syria and Iraq. *Environmental Challenges in the Mediterranean 2000–2050*. NATO Science Series. (37): 139–154.

- Kaisi, A., M. Yasser and Y. Mahrouseh (2005). Irrigation system performance: Syrian country report. In: Lamaddalena, N., Lebdi, F., Todorovic, M., Bogliotti, C., (eds). Irrigation systems performance. Bari : CIHEAM, Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches. 52(2): 179–192.
- Levite, H.; S. Hilmy; and J. Cour (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*. 28: 779–786.
- Linsen, M.; and L. Rodrigue (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*. 12:2691-1.
- 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.
- Metobwa, O.G.M.; K.A. Mourad; and L. Ribbe (2018). Water demand simulation using WEAP 21: A Case Study of the Mara River Basin, Kenya. *International Journal of Natural Resource Ecology and Management*. 3(1): 9-18.
- Oweis, T.; and A. Taimah (2001). Farm water harvesting reservoirs. Issues of planning and management in dry areas. *Intrnational workshop on integrated land management in dry areas*. China, 8-13 September.
- Raskin, P.; P.H. Gleick; P. Kirshen; R.G. Pontius; and K. Strzepek (1997). Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world. Stockholm Environmental Institute, Sweden. Document prepared for UN Commission for Sustainable Development 5<sup>th</sup> Session 1997, Water stress categories are described on pages 27-29.
- Raskin, P.; E. Hansen and Z. Zhu (1992). Simulation of water supply and demand in the Aral Sea region. *Water International*. 17: 15-30.
- Rich, P.M.; H.Z.W. Laura; E.E. Mary.; L.R. Thomas; and J.W. Cathy (2005). USA Decision Support for Water Planning: The ZeroNet Water-Energy Initiative. *Proceedings of the World Water and Environmental Resources Congress*.
- SEI (Stockholm Environment Institute) (2012). WEAP (Water Evaluation and Planning)., Boston USA. Available on: <http://sei-us.org/software/weap/>.
- Sieber, J.; D. Yates; D. Purkey; and L.A. Huber (2004). WEAP a demand, priority and preference driven water planning model: part 1. model characteristics. Submitted to *Water International*.
- Simonovic, S. (1996a). Decision Support Systems for Sustainable Management of Water Resources: 1. General Principles. *Water International*. 21(4): 223-232.
- Simonovic, S. (1996b). Decision Support Systems for Sustainable Management of Water Resources: 2. Case studies. *Water International*. 21(4): 233-244.
- Vogel, E. (2007). The Columbia River's region: Politics, place and environment in the Pacific Northwest, 1933-Present. PhD thesis. University of Oregon, Pp.310.
- Yates, D.; D. Purkey; J. Sieber; L. Huber; G. Annette; and J. Herrod (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. Pp. 34.
- Yilmaz, B.; and N.B. Harmancioglu (2010). An indicator based assessment for water resources management in Gediz River Basin, Turkey. *Water Resour. Manage.*, 24(15):4359–4379.

- Zawahri, N., J.S owers; E. Weinthal (2011). The politics of assessment: water and sanitation MDGs in the Middle East. *Dev Chang.* 42(5): 1153–1177.
- Zimmo, O.R., and N Imseih (2011). Overview of wastewater management practices in the Mediterranean region. In: Barcelo, D., Petrovic, M., (eds). *Waste water treatment and reuse in the Mediterranean region. The Handbook of Environmental Chemistry.* Springer. (14): 155–181.

## Irrigation Programming Using WEAP - MABIA Model in Al-Kabir Alshamali Basin, Syria

Marina Al-Ali<sup>(1)</sup> Jamil Abbas<sup>(1)</sup> Emad Kubeli<sup>(1)</sup> and Hussien Saleh<sup>(2)</sup>

(1). Faculty of Agriculture, Tishreen university, Lattakia, Syria.

(2). Higher Commission for Scientific Research, Damascus, Syria

Received: 02/08/2018

Accepted: 24/09/2018

### Abstract

This research was conducted at Al-Kabir Alshamali basin in Lattakia Governorate, this area is located between Syrian-Turkish border, and the Syrian coastal strip within an area of 835 km<sup>2</sup>, to evaluate the current status of water resources of the agricultural sector, and suggest future scenarios to reduce water deficit using MABIA and WEAP 21. Water evaluation and planning depended on the data from the Directorate of Water Resources in Lattakia, including: river flow, storage capacity, monthly storage, volume curve of dam's lakes (Tishreen, AlHaffa and AlThoura), evaporation, and losses to ground water in addition to springs monthly flow of and groundwater recharge, besides the data of climatic factors from General Directorate of Meteorology, data of the Ministry of Agriculture (land use including irrigated areas and cultivated crops) and data from the General Commission for Scientific Agricultural Research (mechanical and chemical soil analysis) to calculate the basic moisture parameters. The previous mentioned data were interred for the base year 2011. The results showed that improving irrigation canals reduced water deficit from 4.2 million m<sup>3</sup> in the year 2011 to 2.8 million m<sup>3</sup> by the year 2050. While when field Irrigation efficiency scenario is applied, water deficit was reduced to reach 2.2 M.m<sup>3</sup> in the year 2050. But when the two previous scenarios are combined, the water deficit which is expected to decrease to 2.1 M.m<sup>3</sup> by the year 2050. While when water harvest scenario is applied water deficit will be reduced to reach 1.5 M.m<sup>3</sup> by the year 2050. From the above, the importance of applying mathematical modeling using water planning and assessment MABIA and WEAP 21.

**Keywords:** Water resources, Agricultural sector, Al-Kabir Alshamali basin, Water deficit, MABIA, WEAP21.