إدارة المياه لمشروع ري طار العلا والعشارنة

د.م. كنان الاحمد: عضو هيئة تعليمية بكلية الهندسة المدنية - جامعة حمص

الملخص

يهدف هذا البحث إلى تطوير نموذج متكامل لإدارة الموارد المائية في مشروع ري طار العلا والعشارنة ضمن حوض العاصي الأوسط وذلك نظراً لما يشهده الحوض من ضغوط متزايدة ناتجة عن اتساع الفجوة بين الموارد المائية ومواقع الاحتياج المائي ويغطي مساحة مروية تبلغ 23640 هكتار تروى من قناتي الري الرئيسيتين PN وPS ولتحليل الواقع الهيدرولوجي تم بناء نموذج محاكاة باستخدام برنامج WEAP21.

وتم إعداد عدة سيناريوهات مستقبلية تمتد حتى عام 2030 وقد أظهرت نتائج المحاكاة أن تحسين كفاءة الري من 75% إلى 85% أسهم في خفض متطلبات التزويد المائي للأراضي الزراعية من 239.6 إلى 211.3 مليون متر مكعب محققاً وفراً مائياً قدره 28.3 مليون متر مكعب يمكن استثماره في التوسع الزراعي أو في مواجهة حالات العجز المستقبلية. كما بيّنت دراسة أثر النمو السكاني أن زيادة عدد السكان من 50 ألفاً إلى 70 ألف نسمة رفعت الاحتياج المائي الصافي لدى التجمعات السكانية من 2.0 إلى 2.8 مليون متر مكعب بارتفاع نسبته 40% مما أدى إلى اتساع العجز المائي نتيجة ضياعات شبكات مياه الشرب التي تبلغ نحو 50% من المياه المنقولة. أما سيناريو دورة الجفاف الذي يفترض انخفاض الإيرادات الواردة إلى سد محردة بنسبة 10% سنوياً لمدة ثلاث سنوات فقد أظهر حساسية النظام المائي للجفاف حيث ارتفع العجز من 96.6 إلى 129.5 مليون متر مكعب بنهاية الدورة .

الكلمات المفتاحية: إدارة الموارد المائية ، نهر العاصي، برنامج weap21 .

Water management for the irrigation project Of Tar_Aloula And Al_Asharna

Dr.Kinan Alahmad: Faculty Member at the Faculty of Civil Engineering, Homs University

Abstract

This study aims to develop an integrated model for water resources management in the Tar Al-Ula and Al-Asharna Irrigation Project within the Middle Orontes Basin, in response to the increasing pressures resulting from the widening gap between available water resources and areas of water demand. The project covers an irrigated area of 23,640 hectares, supplied by the two main irrigation canals, PN and PS.

To analyze the hydrological conditions, a simulation model was developed using the WEAP21 software. Several future scenarios extending to the year 2030 were prepared. The simulation results indicated that improving irrigation efficiency from 75% to 85% reduced the water supply requirements for agricultural lands from 239.6 to 211.3 million cubic meters, achieving a water saving of 28.3 million cubic meters. This conserved water could be utilized for agricultural expansion or to mitigate potential future shortages.

The analysis of population growth impact showed that increasing the population from 50,000 to 70,000 inhabitants raised the net water demand of residential communities from 2.0 to 2.8 million cubic meters, representing a 40% increase. This exacerbated the water deficit, primarily due to drinking water network losses, which account for approximately 50% of the conveyed water.

Regarding the drought cycle scenario, which assumes a 10% annual reduction in inflows to the Mhardeh Dam over a three-year period, the results revealed the system’s high sensitivity to drought conditions. The water deficit increased from 96.6 to 129.5 million cubic meters by the end of the cycle.

Key Words: Water Resources Management, Orontes River, WEAP21.

1- المقدمة:

تعد ادارة الموارد المائية من التحديات الأساسية التي تواجه قطاع الزراعة في سورية ولا سيما سهل الغاب في حوض العاصي الأوسط. فقد أدت الزيادة المستمرة في الطلب على المياه إلى جانب تقلبات الهطول المطري وتكرار موجات الجفاف إلى فرض ضغوط كبيرة على الموارد المائية المتاحة الأمر الذي يستدعي اعتماد أدوات تخطيط وتقييم قادرة على تمثيل الواقع الهيدرولوجي بدقة وتقديم خيارات عملية لصنّاع القرار.

انطلاقاً من أهمية مشروع ري طار العلا والعشارنة الذي يروي مساحة واسعة من الأراضي الزراعية عبر قناتي PN و PS جاءت هذه الدراسة لتقييم واقع الموارد المائية في المشروع وتحليل كفاءتها الحالية وبناء نموذج متكامل باستخدام برنامج WEAP21 بهدف دراسة مجموعة من السيناريوهات المستقبلية حتى عام 2030. ويهدف النموذج إلى الربط بين الموارد المائية المتاحة والاحتياجات الزراعية والسكانية وتحليل تأثير التغيرات المحتملة في كفاءة الري والنمو السكاني والجفاف على الوضع المائي مما يساهم في وضع حلول عملية لتحسين استدامة النظام المائي وتخفيف العجز المتوقع.

2- مبررات البحث:

تحسين ادارة مياه الري بشكل علمي صحيح لتأمين الأمن الغذائي والاستقرار الاجتماعي في المنطقة من خلال استخدام نظم دعم اتخاذ القرار.

3- هدف البحث:

دراسة الحلول الممكنة لتأمين الاحتياجات المائية من الواردات باستخدام برنامج WEAP21 من خلال الربط بين الموارد المائية وبين الطلب الحالي والمستقبلي عليها في منطقة المشروع ، بحيث تضمن احتياج مناطق الري وحاجة الفرد من الموارد المائية بناء على سيناريوهات مختلفة.

4- طرائق البحث والمنهجية:

اعتمد هذا البحث منهجًا علميًا تطبيقيًا لتقييم الموارد المائية ضمن الإطار المكاني والزماني لدراسة الوضع الراهن للموارد المائية وتقدير كفاءتها وإدارتها من خلال تحليل البيانات المناخية والهيدرولوجية المتاحة وربطها بالاحتياجات المائية القطاعية.

تمت الاستعانة ببرنامج تقييم وتخطيط المياه (WEAP21) كأداة تحليلية رئيسية في هذا البحث وهو أحد البرمجيات الحديثة التي طُوِّرت لتقييم وإدارة الموارد المائية بشكل متكامل. يقوم نموذج WEAP21 على مبدأ الموازنة المائية بين الموارد المتاحة والاحتياجات المائية لمختلف القطاعات مما يجعله أداة فعالة لمحاكاة وتخطيط الأنظمة المائية على المستويات المحلية والإقليمية.

كما تم في هذا البحث بناء قاعدة بيانات تتضمن عناصر النظام المائي المدروس مثل مصادر المياه السطحية والجوفية ومتطلبات الاستخدام المنزلي والزراعي وبعد إدخال البيانات إلى بيئة WEAP21 جرى إعداد سيناريوهات متعددة لتمثيل الأوضاع الحالية والمستقبلية بهدف تحليل كفاءة توزيع الموارد المائية وتحديد مدى كفايتها لتلبية الطلب المتزايد. اعتمدت عملية التقييم على مخرجات النموذج المتمثلة في كميات العرض والطلب ومؤشرات العجز المائي وبذلك مكّن استخدام WEAP21 من تقديم تحليل شامل ومتوازن للموارد المائية.(1)

5- الدراسات المرجعية :

5-1- تم تقييم الموارد المائية على حوض الديديسّا (Dawit,etc,2024)غرب إثيوبيا وهو أحد أهم روافد حوض أبيي في النيل الأزرق واعتمدت الدراسة على بيانات مناخية وهيدرولوجية طويلة المدى ونمذجة مائية باستخدام WEAP21 .أظهرت النتائج أن الطلب المائي سيزداد تحت سيناريوهات النمو السكاني وسيناريوهات التوسع الزراعي ويرافقه ازدياد الفجوة بين العرض والطلب خصوصاً في السيناريو الطويل المدى. كما كشفت الدراسة أن بعض مقاطع النهر خصوصاً قرب محطة Dembi أكثر حساسية لتقلبات الجريان الناتجة عن الأنشطة البشرية ، وبينت الدراسة أن تخصيص حصة منتظمة للجريان البيئي يحسن استدامة الحوض كما توصي الدراسة بتبنّي إدارة مائية متكاملة تشمل تحسين كفاءة الري وحماية الجريان البيئي لضمان استدامة موارد حوض الديديسّا.(3)

5-2- تتناول هذه الدراسة (Duque,2017) تقييماً مائياً لحوض نهر لونكين في المنطقة شبه القاحلة من وسط-جنوب تشيلي باستخدام نموذج WEAP21 القائم على محاكاة الموازنة المائية تحت ظروف مناخية متغيرة.

كما تم دراسة عدة سيناريوهات اهمها تغير المناخ وتخلص الدراسة إلى أن السيناريوهات المناخية المستقبلية ستؤدي إلى انخفاض الإمداد المائي وارتفاع الطلب نتيجة زيادة التبخر–نتح مما يستدعي تبني إدارة مائية أكثر تكاملاً ومرونة. (4)

5–3– بدراسة تأثير تغيّر المناخ (Cacal,2024) وتطوّر العمران وانخفاض مساحة الأراضي الزراعية على الموارد المائية في حوض نهر بيكول في الفلبين وذلك من خلال استخدام نموذج التقييم والتخطيط المائي. حيث ركزت الدراسة على حوضي ليبينانان–بولانتونا وكوينالي وهما أكثر مناطق الحوض حساسية للتغيرات الهيدرولوجية بهدف فهم كيفية تغير التوازن المائي فيهما تحت ظروف مناخية واجتماعية متباينة.

أظهرت نتائج المحاكاة في مجال الزراعة أن تراجع مساحات الأراضي الزراعية يُعتبر العامل الأكثر تأثيراً في تغيير الموازنة المائية، فمع انخفاض المساحات المزروعة ينخفض الطلب الزراعي على المياه بشكل واضح الأمر الذي يحوّل الحوضين تدريجياً نحو حالة من الفائض المائي مع نهاية القرن وخاصة في ليبينانان–بولانتونا الذي يتمتع أصلاً بجريان مائي أعلى.

لكن هذا التحسن الناتج عن تراجع الزراعة لا يلغي التحديات التي يفرضها النمو السكاني والتمدّن والصناعة. فقد بيّنت السيناريوهات الحضرية أن الاحتياجات المائية المنزلية تتضاعف إلى أربعة أضعاف بينما يتزايد الطلب الصناعي حتى ثمانية أضعاف مقارنة بالقيم الحالية. وهذا يجعل حوض كوينالي أكثر المناطق تعرضاً للعجز المائي المستقبلي فيما يقترب ليبينانان–بولانتونا من تحقيق توازن مائي أفضل بفضل موارده المائية الأكثر غزارة وتراجع الطلب الزراعي.

وتشير النتائج أيضا أن التحضر السريع وتغير استخدامات الأرض يؤثران في الميزان المائي أكثر من تغير المناخ نفسه.(2)

5–4– تم تقييم الوضعين الحالي والمستقبلي للموارد المائية (اليسوف ،2016) في حوض الساحل عبر تطبيق نموذج WEAP21 كأداة تحليلية لدعم القرار وقد ركزت على بناء ميزان مائي متكامل يعكس علاقة العرض المائي المحدود بالطلب المتزايد نتيجة النمو السكاني المستمر واعتماد المنطقة على مصادر جوفية ذات قدرة تجديد محدودة. أظهرت نتائج النمذجة في السيناريو المرجعي اتجاهاً واضحاً نحو انخفاض حصة الفرد من المياه واتساع الفجوة بين

الموارد والاحتياجات حتى عام 2040 مما يشير إلى تزايد الضغط على النظام المائي، كما درست السيناريوهات البديلة وخاصة سيناريو تخفيض الضياعات وسيناريو رفع كفاءة الاستهلاك وبينت المحاكاة أن تخفيض الفاقد بنسبة 10–15% يساهم في تحسين نسبي للتوازن المائي إلا أنه غير كافٍ لتعويض أثر النمو السكاني المتسارع. (9)

6- منطقة البحث:

تقع منطقة الدراسة ضمن اراضي حوض العاصي الأوسط في الشمال الغربي للجمهورية العربية السورية في محافظة حماة ضمن أراضي طار العلا والعشارنة في سهل الغاب، الشكل(1) يبين منطقة تواجد المشروع.

الشكل (1) : خريطة حوض العاصي (منطقة وجود المشروع)

7–الية توزيع المياه في منطقة المشروع :

المصدر الأساسي من المياه هو سد محردة الواقع على نهر العاصي والينابيع والابار المغذية لمنطقة الدراسة.

وبمتابعه مجرى نهر العاصي نجد عدة قنوات ري رئيسية في منطقة الدراسة وهي :

القناة PN : يبلغ التدفق التصميمي لهذه القناة $4.4m^3/\sec$ وتروي الأراضي الزراعية الواقعة في زمام القناة وتبلغ مساحتها (8800 hec) وتساهم المياه الجوفية بري (hec 3520) منها.

القناة PS: يبلغ التدفق التصميمي لهذه القناة $6.78m^3/\sec$ ويروي الأراضي الزراعية الواقعة في زمام القناة وتبلغ مساحتها (14840 hec) وتساهم المياه الجوفية بري (hec 5936) منها.(6)

كما يوضح الجدول (1) تدفقات نهر العاصي الوسطية خلال اشهر السنة عند مدخل سد محردة .

الجدول (1): تدفقات نهر العاصي بواحدة m3 /sec (5) :

الشهر	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
التصريف m3 /sec	4.7	5.15	5.64	6.66	19.11	13.12	10.14	5.48	6.23	8.08	6.6	4.95

8- بناء النموذج في برنامج (WEAP21) :

تم في البداية وضع النموذج الاعتباري لمنطقة الدراسة وادخال مكونات المشروع لسنة الأساس والتي تضمنت تمثيل كامل لمنطقة الدراسة حيث تصنف منطقة مشروع الري
إلى المناخ المتوسطي المتصف بشتاء بارد وماطر وصيف حار وجاف مع فصلين انتقاليين يتصفان باعتدالهما وعدم استقرار الطقس فيهما.

استناداً إلى البيانات التفصيلية للعناصر المناخية في منطقة الدراسة نلاحظ التالي تغير درجة الحرارة للمتوسط السنوي يتراوح بين17.9 درجة مئوية في محطة حماة g و 18.7 في حماة الزراعية وأما متوسط أدنى درجة حرارة سنوي يتراوح بين 10.9 درجة مئوية في حماة الزراعية وصولاً إلى 11.7 درجة مئوية في محطة محردة ، أما متوسط أعظم درجة حرارة سنوية فتتراوح بين 24.3 درجة مئوية في محطة حماة g و 24.7 درجة مئوية في محطة محردة كما تؤدي

الرطوبة النسبية دوراً كبيراً عند حساب الاحتياجات المائية وتبلغ قيمة المتوسط السنوي للرطوبة النسبية 58% في محطة حماة الزراعية لتصل الى 60% في محطة محردة وحماة g.
وتعد الامطار من أهم العوامل المناخية التي تؤثر على الاحتياجات المائية للمحصول وتتراوح قيمة متوسط الهطول المطري السنوي باحتمال (75%) 264.8 مم في محطة حماة g لتصل الى 299 مم في محطة محردة . ولا يعتمد نمو المحصول فقط على الهطول المطري فقط بل على عوامل مناخية أخرى وبالأخص على فترة السطوع الشمسي حيث نجد أن المتوسط السنوي لساعات السطوع الشمسي تبلغ 8.4 ساعة.(5)

نتيجةً لضعف الميل العام والواسع لسطح الرقعة الزراعية الذي يأتي بعد الانحدار الشديد لجوانب الحوض وانعكاس ذلك على مسار الجريان العام و نقل وترسيب مواد التربة تكون في الحوض الزراعي التدرّج التالي للتربة :
–تربة رسوبية حُطامية قوامها خشن ومادتها غير متجانسة نشأت بفعل عوامل الحت والترسيب السريع عند أقدام المصدر الصخري الأم القريب. تنتشر هذه التربة على الشريط الطرفي للمساحة الزراعية من الحوض وتملأ نهايات الأودية والمسيلات المائية بالمواد السيلية.
–تربة رسوبية مارلية مادتها الغضارية حمراء منشأها بركاني محلي. تنتشر هذه التربة لتغطي معظم المساحة الواقعة على ارتفاع طبوغرافي بين 200 و 300 م.
–تربة رسوبية غضارية– رملية ناعمة قليلة الغمر رمادية المظهر تنتشر على محيط الجزء المحوري من الحوض والمادة الرملية (Silt) منشأها كلسي قليل الدلمتة من المرتفعات المحيطة بالحوض .
–تربة رسوبية لحقية مغمورة غضارية داكنة (عضوية) تشكل مصاطب مجرى العاصي في الأجزاء المحورية من الحوض الزراعي .
يفسر لنا هذا التدرج في قوام التربة من الأطراف باتجاه الأجزاء المركزية سبب الحاجة إلى عدد ريات أكثر في الأجزاء الطرفية والمواقع التلالية الناهضة من أراضي طار العلا والعشارنة بالمقارنة مع أراضي الأجزاء المحورية من الغاب.(8)

تتوفر في المنطقة الكثير من المحاصيل الزراعية وحسب الخطة الزراعية فإن الانتاج الجيد في منطقة الدراسة من المحاصيل الزراعية التالية أهمها (قمح_بقوليات _كمون_شعير_ذرة_خضار صيفية).

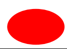
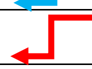
وبالنسبة لكميات مياه الري تم وضع التركيب المحصولي للمساحات المزروعة والدورة الزراعية المقترحة للأراضي بالتوزيع الموضح بالجدول(2) .(6)

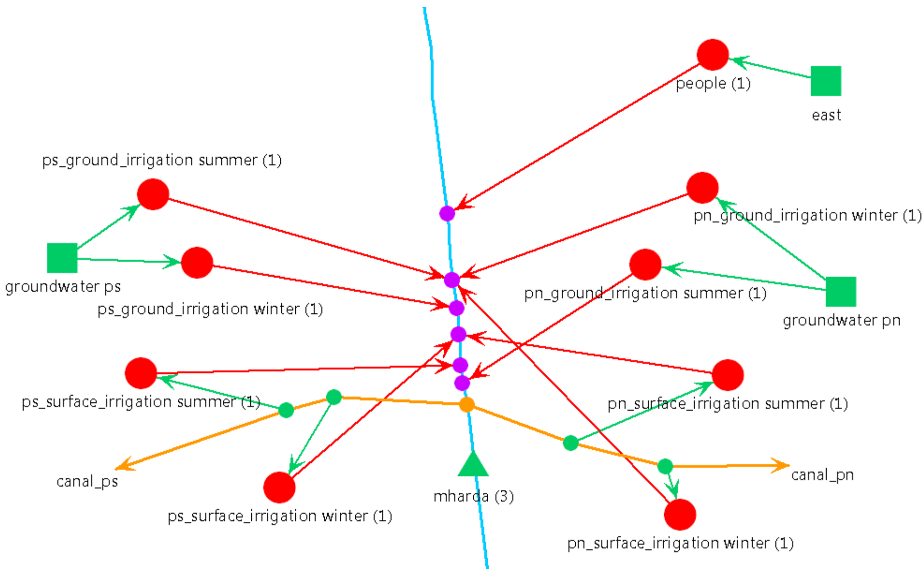
الجدول (2): التركيب المحصولي للأراضي المروية

محاصيل صيفية	المساحة %	محاصيل شتوية	المساحة %
فول سوداني	60	قمح	60
خضار صيفية	20	بقوليات	20
ذرة	10	كمون	5
عباد الشمس	10	يانسون	5
		شعير	10

يوضح الجدول (3) والشكل (2) التمثيل التخطيطي للمشروع في واجهة الرسم

الجدول (3) : الشكل ومايمثله من استخدام في البرنامج المذكور

الشكل	الوظيفة
	منطقة تمثل أراضي زراعية أو تجمعات سكانية
	قناة جر مياه رئيسية
	خط استجرار مياه من قناة الري الرئيسية
	نهر العاصي
	الرواجع من مواقع الاحتياج المائي
	مياه جوفية
	سد محردة



الشكل (2) : المخطط العام لمنطقة الدراسة

نجد من الشكل (2) أن نهر العاصي يعبر منطقة الدراسة من الجنوب باتجاه الشمال والممثل بالعنصر التخطيطي ( ) وبتتبع مسار النهر نجد عليه سد محردة الممثل بالعنصر التخطيطي ( ) و نجد قنوات ري رئيسية على مجرى نهر العاصي في منطقة طار العلا والعشارنة تقوم بسحب المياه وهي قنوات الري الرئيسية ps و pn والممثلة بالعنصر التخطيطي ( ) والتي تروي الأراضي الزراعية في زمامها بمساحات تقدر ب (14840 ، 8800) هكتار أراضي زراعية على التوالي والمتمثلة بالعنصر ( ) أما العنصر التخطيطي ( ) فيمثل خط استجرار مياه من قناة الجر الرئيسية وبالإضافة للمياه السطحية يتم ري هذه المساحات من المياه الجوفية المتمثلة بالعنصر ( ). كما تم مراعاة تأمين مياه الشرب للتجمعات السكانية والممثلة بالعنصر التخطيطي (people) من عقدة المياه الجوفية east)) ويتم تصريف رواجع التجمعات السكانية والزراعية الى نهر العاصي عن طريق العنصر الرسومي ( ) .

9-السيناريوهات :

هي وصف لمجموعة من الأحداث المستقبلية الممكنة على أساس شروط أو مواصفات أولية والمسارات التي يمكن أن تؤدي إلى ذلك ، كما يعتبر بناء السيناريوهات من الأدوات الهامة لفحص تأثير الخطط الاستثمارية المختلفة على واقع المشروع الحالي من الناحية الاقتصادية والمائية ويتيح برنامج (WEAP21) أدوات متطورة لبناء وتشغيل السيناريوهات والمقارنة بينها ، كما يقدم تقييما للمشاكل المائية الخاصة في نظام شامل ومتكامل بين الاحتياج والتزويد وبين نوعية المياه وكميتها وبين اهداف التطوير الاقتصادي والقيود البيئية .

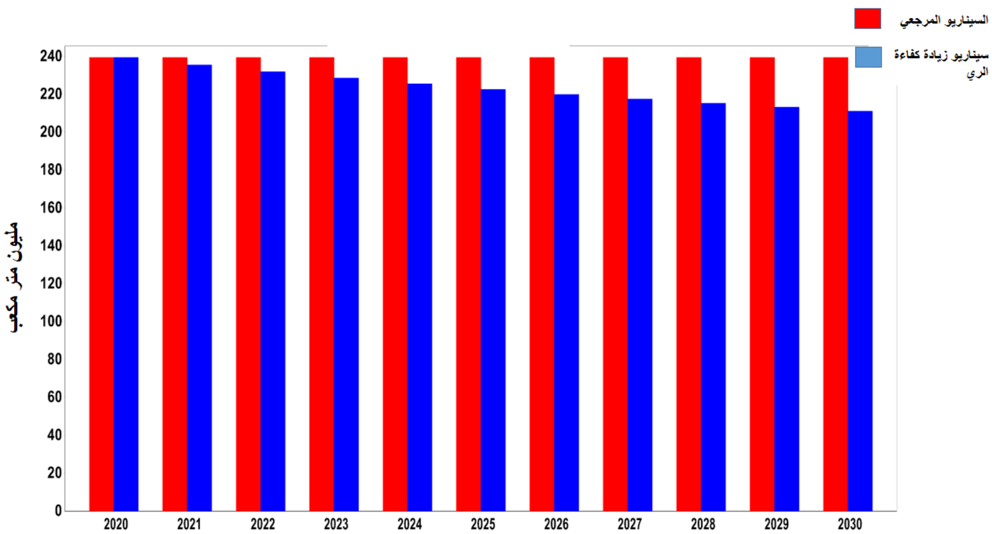
9-1- السيناريو المرجعي :

يمثل استمرار بيانات سنة الأساس (دون أي تغيير او تدخل خارجي) نحو المستقبل ويمثل سيناريو لمقارنة التغييرات التي تحصل على السيناريوهات الأخرى .

9-2- سيناريو زيادة كفاءة الري :

تم بهذا السيناريو زيادة كفاءة شبكة الري حيث تم زيادة الكفاءة الحالية (وهي 75%) بمعدل سنوي ثابت ليصل في عام 2030 لقيمة (85%).

بلغت متطلبات التزويد عبر خطوط النقل في بداية الدراسة /239.6/ مليون متر مكعب وفي السنة الأخيرة بلغت الكمية /211.3/ مليون متر مكعب أي انه تم توفير مايقارب /28.3/ مليون متر مكعب من المياه بنتيجة تطبيق هذا السيناريو الشكل (3) .

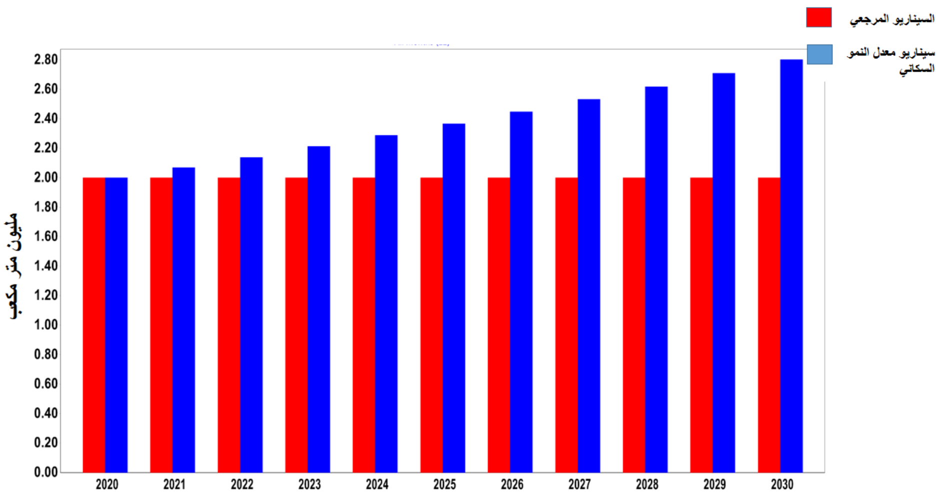


الشكل (3) : مقارنة بين السيناريو المرجعي وسيناريو زيادة كفاءة الري من حيث التغير بمتطلبات التزويد نحو الأراضي الزراعية(بواحدة مليون متر مكعب)

9-3- سيناريو معدل النمو السكاني:

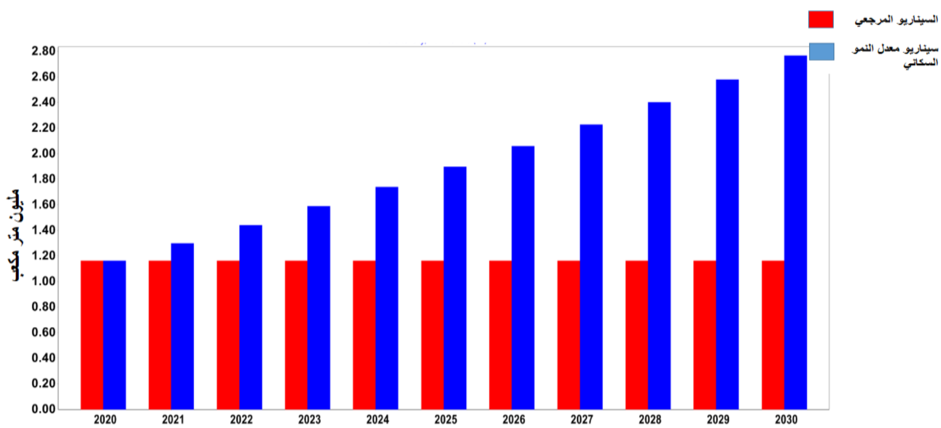
تم في هذا السيناريو دراسة تأثير زيادة عدد السكان على الواقع المائي الحالي حيث يقدر عدد السكان الحالي في منطقة الدراسة نحو (50000) نسمة ليصل بنهاية فترة الدراسة لـ(70000) نسمة بمعدل نمو سكاني (3.43%).(7)

حيث بلغت قيمة الاحتياج المائي الصافي للتجمعات السكانية في السنة الأولى /2/ مليون متر مكعب وفي السنة الأخيرة بلغت الكمية /2.8/ مليون متر مكعب الشكل (4).

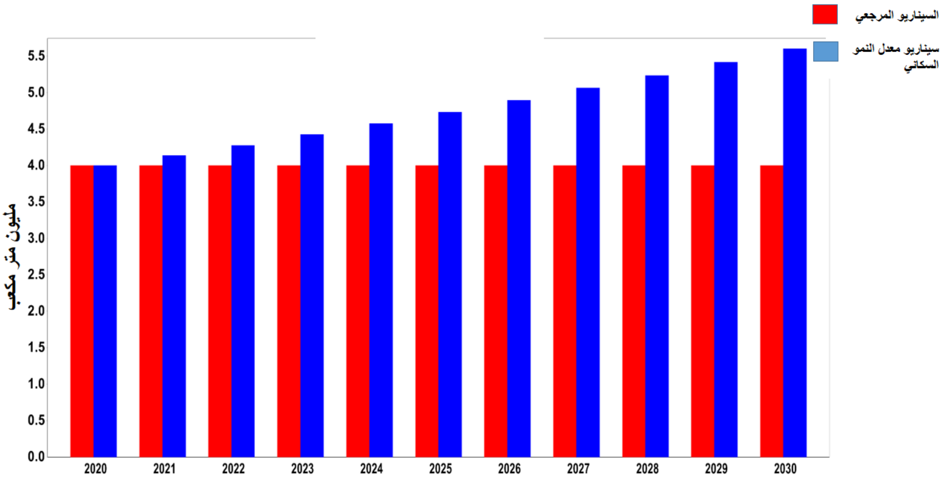


الشكل (4): التغير في الاحتياج المائي الصافي للتجمعات السكانية بين السيناريو المرجعي ومعدل النمو السكاني

نجد أنه بتطبيق هذا السيناريو ازداد قيمة العجز المائي في مناطق التجمعات السكانية حيث بلغ في في السنة الأولى /1.2/ مليون متر مكعب وفي السنة الأخيرة /2.8/ مليون متر مكعب كما هو موضح في الشكل (5).



الشكل(5): التغير في العجز المائي للتجمعات السكانية بين السيناريو المرجعي ومعدل النمو السكاني

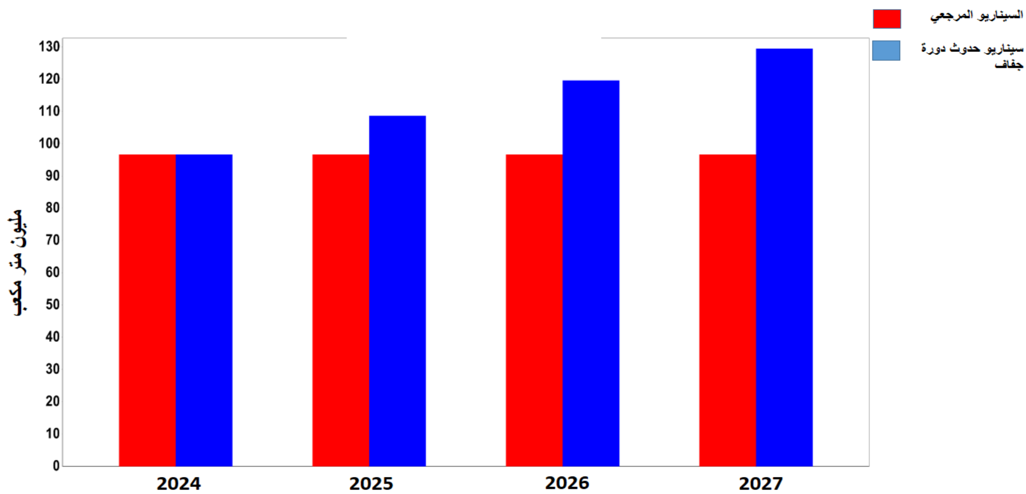


الشكل(6): مقارنة بين السيناريو المرجعي وسيناريو معدل النمو السكاني من حيث متطلبات التزويد

بتطبيق هذا السيناريو ازدادت قيم متطلبات التزويد في مناطق التجمعات السكانية حيث بلغت في في السنة الأولى /4/ مليون متر مكعب وفي السنة الأخيرة /5.6/ مليون متر مكعب وذلك مع الاخذ بعين الاعتبار الضياعات بشبكات مياه الشرب بنحو(50%) كما هو موضح في الشكل (6).

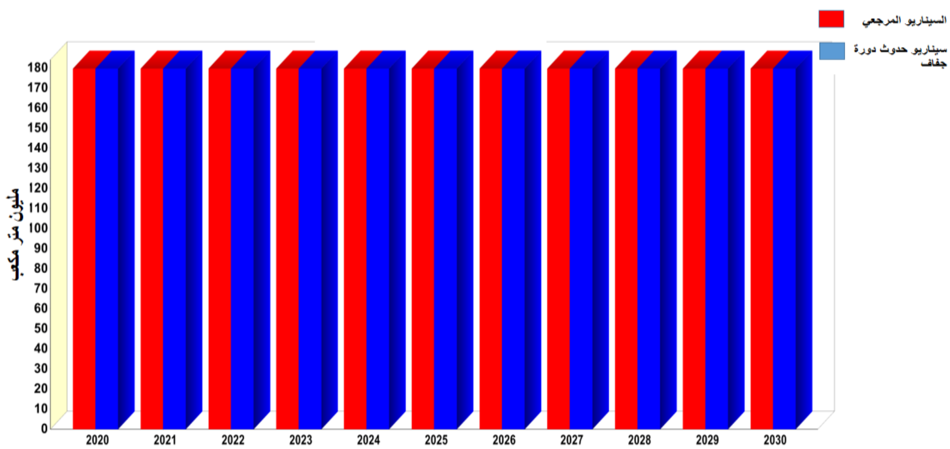
9-4- سيناريو حدوث دورة جفاف:

قمنا بهذا السيناريو بدراسة انخفاض كمية المياه الواردة لسد محردة من سد الرستن بمقدار (10%) سنويا ولمدة 3 سنوات نتيجة حدوث جفاف ودراسة تأثير ذلك على مواقع الاحتياج الزراعي.



الشكل (7) : مقارنة بحجم العجز المائي بين السيناريو المرجعي وحدوث دورة جفاف

نلاحظ من الشكل (7) أن قيمة العجز المائي ازدادت نتيجة انخفاض قيمة التصريف لنهر العاصي واصبحت (129.5) مليون متر مكعب في نهاية دورة الجفاف بينما كانت في السنوات العادية (96.6) مليون متر مكعب .



الشكل (8) : مقارنة الاحتياج المائي الصافي للأراضي الزراعية بين السيناريو المرجعي وحدوث دورة جفاف

باستعراض الشكل (8) نجد أن قيمة الاحتياج المائي الصافي للأراضي الزراعية (179.7) مليون متر مكعب .

10- النتائج :

1. تم تقليل متطلبات التزويد للأراضي الزراعية مايقارب /28.3/ مليون متر مكعب من المياه بنتيجة زيادة كفاء الري وتقليل الضياعات في الشبكة.
2. ان زيادة عدد السكان بنسبة (3.43%) سنويا أدى الى ازدياد الاحتياج المائي الصافي للتجمعات السكانية في السنة الأخيرة لـ (40%) مقارنة بالسنة المرجعية.
3. ان تتالي ثلاث سنوات جافة بحيث ينخفض الوارد المائي سنويا من سد الرستن لسد محردة بمقدار (10%) يؤدي الى زيادة العجز المائي بنهاية دورة الجفاف بمقدار (32.9) مليون متر مكعب عن السنة المرجعية.

11- المراجع:

<u>المواقع الالكترونية:</u>

WWW.WEAP21.ORG−1

<u>المراجع الأجنبية :</u>

2-Cacal, Mehboob Projecting hydrological response to climate change and urbanization using WEAP model: A case study for the main watersheds of Bicol River Basin, Philippines, Journal of Hydrology: Regional Studies 54 ,2024.
3-Dawit, Olumana, Assessing the impact of Water Resource Development: The Case of Dhidhessa River Basin, Ethiopia , E3S Web of Conferences 590,2024
4-Duque, WEAP21 based modelling under climate change considerations for a semiarid region in southern-central Chile , MASKANA, Vol. 8, No. 2,2017

<u>المراجع العربية:</u>

5- الشركة العامة للدراسات المائية، مشروع تحديث دراسة حوض العاصي ،مرحلة ثانية ،2016.

6- المؤسسة العامة لادارة وتنظيم استثمار الغاب ، وزارة الزراعة، 1998 .

7- خزام ، بشرى . ترشيد استخدام الموارد المائية في حوض العاصي الأعلى ، رسالة دكتوراه في الهندسة المائية ، جامعة حمص، 2008

8- مشروع اغروبوليس. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. 2007

9-اليسوف ،باسل . استخدام نظم دعم القرار في دراسة الوضع الحالي والمستقبلي للموارد المائية في حوض الساحل ، رسالة ماجستير ، جامعة حمص، 2016