نمذجة الطلب والعرض المائي لحوض نهر الكبير الجنوبي بسوريا

د.م.كنان الاحمد : عضو هيئة تعليمية بكلية الهندسة المدنية – جامعة حمص
م.فتاة خضور :مهندسة مدنية استشارية–حمص

الملخص

يهدف هذا البحث إلى تحليل التوازن بين العرض والطلب المائي في حوض نهر الكبير الجنوبي في سورية باستخدام نموذج WEAP21 بوصفه أداة متقدمة للتخطيط المائي والإدارة المتكاملة. وقد تم بناء نموذج تمثيلي للنظام المائي في منطقة الدراسة اعتمادًا على البيانات المناخية والهيدرولوجية والخصائص الزراعية والسكانيّة مع تمثيل مصادر المياه المختلفة المتمثلة في الأنهار والروافد والينابيع والسدود إضافة إلى مواقع الطلب المائي المتمثلة في الأراضي الزراعية والتجمعات السكانية.

أظهرت نتائج السيناريو المرجعي أن إجمالي الاحتياج المائي الصافي في منطقة الدراسة يبلغ نحو34.5 مليون متر مكعب سنويًا ويقدر العجز المائي بنحو 30.9 مليون متر مكعب سنويًا يتركز بشكل رئيسي في القطاع الزراعي. كما بيّنت نتائج سيناريو النمو السكاني أن الطلب المنزلي سيرتفع من نحو 690 ألف متر مكعب سنويًا في بداية فترة الدراسة إلى ما يقارب مليون متر مكعب سنويًا في نهايتها إلا أن الموارد المائية الحالية قادرة على تغطية هذا الطلب بنسبة تقارب 100% دون حدوث عجز مائي في القطاع المنزلي. وفيما يتعلق بسيناريو الجفاف الذي يفترض انخفاض الواردات المائية بنسبة 20% لمدة ثلاث سنوات متتالية فقد أظهرت النتائج أن العجز المائي لا يزداد بصورة ملحوظة مقارنة بالسيناريو المرجعي مما يشير إلى أن المشكلة الأساسية ترتبط بكفاءة إدارة وتوزيع المياه أكثر من ارتباطها بتوفر الموارد المائية. أما في سيناريو تحسين كفاءة شبكات الري من 65% إلى 75 % فقد انخفض العجز المائي الزراعي من 30.9 مليون متر مكعب إلى حوالي 26 مليون متر مكعب سنويًا بحلول عام 2030.

الكلمات المفتاحية: نمذجة العرض والطلب المائي، WEAP21، حوض نهر الكبير الجنوبي، العجز المائي، كفاءة الري.

Water Supply–Demand Modeling in the Southern Al-Kabir River Basin, Syria

Dr.Kinan Alahmad:Faculty Member At The Faculty Of Civil Engineering,Homs University
Eng.Fatat Khadour:Consulting Civil Engineer,Homs,Syria

Abstract

This study aims to analyze the balance between water supply and demand in the Southern Al-Kabir River Basin in Syria using the Water Evaluation and Planning System (WEAP21) as an advanced tool for water planning and integrated water resources management. A representative model of the basin's water system was developed based on climatic and hydrological data, as well as agricultural and demographic characteristics. The model incorporates the various water sources in the basin, including rivers, tributaries, springs, and reservoirs, in addition to the main water demand sites represented by agricultural lands and population settlements.

The results of the reference scenario indicate that the total net water demand in the study area reaches approximately 34.5 million m^3 per year, while the estimated water deficit is about 30.9 million m^3 annually, mainly concentrated in the agricultural sector. The population growth scenario shows that domestic water demand is expected to increase from approximately 0.69 million m^3 per year at the beginning of the study period to nearly 1 million m^3 per year by the end of the period. However, the current water resources are capable of meeting this demand with nearly 100% coverage, without a deficit in the domestic water supply sector.

Regarding the drought scenario, which assumes a 20% reduction in water inflows for three consecutive years, the results indicate that the water deficit does not increase significantly compared with the reference scenario. This suggests that the main challenge is related more to the efficiency of water management and distribution than to the actual availability of water resources. In the irrigation efficiency improvement scenario, where irrigation efficiency increases from 65% to 75%, the agricultural water deficit decreases from 30.9 million m^3 to approximately 26 million m^3 per year by 2030

Key Words: Water Supply–Demand Modeling, WEAP21, Southern Al-Kabir River Basin, Water Deficit, Irrigation Efficiency.

1- المقدمة:

تشكل الموارد المائية عنصرًا حاسمًا في دعم استقرار المجتمعات واستمرار أنشطتها الاقتصادية والبيئية نظرًا لما للمياه من دور مباشر في تحسين مستوى المعيشة وتعزيز الإنتاج الزراعي والصناعي والحفاظ على التوازن البيئي. غير أن العقود الأخيرة شهدت تصاعدًا ملحوظًا في الضغوط الواقعة على هذه الموارد سواء بفعل التقلبات المناخية أو نتيجة الممارسات البشرية. الأمر الذي أفضى إلى تعقيد قضايا إدارة المياه ولا سيما في الأقاليم ذات الخصائص المناخية الجافة وشبه الجافة.

وفي سورية برزت مظاهر هذه الإشكالية بشكل متزايد نتيجة عدم انتظام الهطولات المطرية وتفاوتها مكانيًا وزمانيًا إضافة إلى تكرار سنوات الجفاف وازدياد الطلب على المياه لتغطية الاحتياجات السكانية والزراعية. كما أدى الاستمرار في الاعتماد على أنماط تقليدية في استثمار المياه إلى جانب ضعف التكامل بين مختلف قطاعات الاستخدام إلى تفاقم الضغط على الموارد المائية السطحية والجوفية، وظهور مؤشرات واضحة على تنامي حالة الإجهاد المائي.

ويحتل حوض نهر الكبير الجنوبي مكانة مهمة ضمن الأحواض المائية في الساحل السوري، إذ يُعد مصدرًا أساسيًا لتأمين مياه الشرب والري ويسهم بشكل مباشر في دعم النشاط الزراعي في المناطق التي يمر بها. إلا أن هذا الحوض يواجه تحديات متعددة، تتمثل في التذبذب الملحوظ في كميات الجريان السنوي فضلًا عن محدودية توافر قواعد بيانات شاملة ودقيقة تساعد على توصيف وضعه المائي وتقييمه بصورة علمية متكاملة.

إن التعامل مع هذه التحديات يفرض ضرورة تبنّي نهج حديث في إدارة الموارد المائية، يقوم على تجاوز الأساليب التقليدية، والاعتماد على مقاربات أكثر شمولًا ومرونة تستند إلى التحليل العلمي واستخدام أدوات النمذجة المائية لدعم عملية اتخاذ القرار.

2- هدف البحث:

تنبع أهمية هذا البحث من كونه يوفّر إطارًا علميًا لتحليل التوازن المائي في حوض نهر الكبير الجنوبي من خلال دراسة العلاقة بين الموارد المائية المتاحة والطلب المتزايد عليها

مع الأخذ في الاعتبار تأثير العوامل المناخية والتنموية المختلفة. ويسهم هذا التحليل في فهم ديناميكية النظام المائي للحوض وتحديد مواطن الخلل والضغوط الحالية والمستقبلية ضمن آفاق زمنية قصيرة وطويلة الأمد.

كما تتجلى أهمية البحث في سعيه إلى تقييم واقع إدارة الموارد المائية في الحوض بالاعتماد على دراسة خصائصه الهيدرولوجية وتقدير الاحتياجات المائية لمختلف القطاعات وتحليل الفجوة المحتملة بين العرض والاستهلاك. إضافة إلى ذلك يهدف البحث إلى تقديم مجموعة من البدائل والإجراءات الإدارية والتقنية التي من شأنها دعم الاستخدام المستدام للمياه وتزويد متخذي القرار بمخرجات علمية تساعدهم على صياغة سياسات مائية أكثر كفاءة وملاءمة لخصوصية المنطقة وظروفها الطبيعية.

3- طرائق البحث والمنهجية:

اعتمدت هذه الدراسة منهجية علمية تحليلية تهدف إلى تقييم التوازن المائي بين احتياجات القطاع الزراعي ومتطلبات التجمعات السكانية وذلك من خلال تمثيل واقعي لمصادر المياه المتاحة وآلية توزيعها على مختلف قطاعات الاستخدام. وقد تم توظيف نموذج تقييم وإدارة المياه (WEAP21) بوصفه أداة تخطيط ونمذجة قادرة على محاكاة النظام المائي لمنطقة الدراسة وتحليل مكوناته الحالية والمستقبلية. /1/

فيما يخص القطاع الزراعي جرى استخدام النموذج لتقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل مع محاكاة كفاءة نظم الري وتوزيع المياه خلال الدورات الزراعية المختلفة، إضافة إلى إمكانية دراسة تأثير السيناريوهات المناخية المحتملة على الطلب المائي. أما بالنسبة للاستخدامات المنزلية فقد أتاح النموذج تقدير الطلب المائي للتجمعات السكانية استنادًا إلى عدد السكان ومعدلات الاستهلاك الفردي ومعدلات النمو السكاني فضلًا عن تحليل كفاءة شبكات التزويد ونسب الفاقد المائي.

4- الدراسات المرجعية :

4-1- تتناول هذه الدراسة (Hassan,etc, 2024) تقييم وإدارة منظومة إمدادات المياه والطلب عليها في محافظة الفيوم بمصر باعتبارها نموذجًا مصغرًا للتحديات المائية التي تواجه البلاد. تقع منطقة الدراسة في منخفض الفيوم جنوب غرب القاهرة وتعتمد بشكل

رئيسي على المياه المتفرعة من نهر النيل إضافة إلى المياه الجوفية الضحلة وإعادة استخدام مياه الصرف الزراعي. اعتمدت الدراسة على نموذج WEAP21 كأداة لدعم اتخاذ القرار في تخطيط وإدارة الموارد المائية حيث تمت محاكاة الوضع الحالي لعام 2017 وسيناريوهات مستقبلية حتى عام 2050. شملت السيناريوهات تحليل النمو السكاني المتسارع وزيادة الطلب الزراعي وتحسين كفاءة الري وإعادة استخدام المياه غير التقليدية. أظهرت النتائج وجود عجز مائي متزايد خاصة في القطاع الزراعي قد يصل إلى أكثر من 3 مليارات م³ سنويًا بحلول 2050 ما يؤكد الحاجة إلى سياسات متكاملة لإدارة الطلب وتحسين كفاءة استخدام المياه./3/

4-2- تتناول دراسة(Akanbi,etc,2020) التقييم المتكامل لتأثيرات التغير المناخي على التوفر المائي الحالي والمستقبلي في حوض نهر فال بجنوب أفريقيا وهو أحد أهم الأحواض المائية ذات الأهمية الاقتصادية والاستراتيجية إذ يخدم أكثر من 45% من سكان البلاد ويساهم بنحو 24% من الناتج المحلي الإجمالي. اعتمدت الدراسة على دمج نماذج المناخ الإقليمية (CORDEX) مع نموذج WEAP21 لمحاكاة التوازن بين العرض والطلب المائي مع الأخذ في الاعتبار الضغوط السكانية والاقتصادية المتزايدة.

أظهرت النتائج وجود عجز مائي في الحوض حيث يتجاوز الطلب المائي المتاح الطبيعي مما يستدعي الاعتماد على تحويلات مائية بين الأحواض. وتشير السيناريوهات المناخية إلى ارتفاع ملحوظ في درجات الحرارة وانخفاض في الهطول المطري قد يصل إلى 30% بنهاية القرن الأمر الذي يؤدي إلى تراجع الجريان السطحي الشهري بنسبة تتراوح بين 8-10% خاصة خلال أشهر الصيف الحرجة للزراعة. كما بينت سيناريوهات الطلب المستقبلي أن النمو السكاني غير المصحوب بإجراءات إدارة الطلب سيؤدي إلى اتساع فجوة العجز المائي في حين أن تطبيق استراتيجيات ترشيد الاستهلاك وإعادة استخدام المياه يمكن أن يخفف من حدة هذا العجز. وتؤكد الدراسة ضرورة تبني سياسات تكيف متكاملة لضمان الاستدامة المائية على المستوى الشهري داخل الحوض . /2/

4-3- تستعرض هذه الدراسة (Takele ,etc,2024) تحليل الطلب والعرض المائي في حوض النيل الأزرق الأعلى ضمن إطار سيناريوهات التنمية المائية المستقبلية وتأثيرات تغير المناخ بهدف تقديم تقييم شامل للتوازن المائي في الحوض. أظهرت النتائج أن الوضع الحالي يتميز بتوازن نسبي بين الموارد المائية المتاحة واحتياجات الري غير أن سيناريوهات تغير المناخي تشير إلى حدوث عجز مائي. وقد عزت الدراسة هذا النقص إلى التزامن بين آثار تغير المناخ على إمدادات المياه والتوسع المستمر في الأنشطة الزراعية. وتشير الاستنتاجات إلى أن تعزيز إدارة الموارد المائية إلى جانب ترشيد استهلاك المياه يمثل خطوة حاسمة لتقليل العجز المتوقع مما يؤكد على أهمية اعتماد سياسات مائية مستدامة لمواجهة التحديات المستقبلية في الحوض. /4/

4-4- استهدفت هذه الدراسة (عبدالله ،2016) تحليل إدارة الموارد المائية في حوض نهر السن الساحلي في سورية من خلال تطبيق نهج التخطيط المتكامل باستخدام نموذج WEAP21 لتقييم حالة التوازن المائي واستشراف السيناريوهات المستقبلية المحتملة. وقد تم اعتماد عدة سيناريوهات ضمن الدراسة منها استمرار الوضع الحالي وزيادة الطلب على المياه نتيجة النمو السكاني والتوسع الزراعي إضافة إلى سيناريو يركز على تحسين كفاءة استخدام المياه. وأظهرت النتائج أن الحوض يواجه نقصاً مائياً متنامياً إذا استمر الاستهلاك بالمعدل الحالي لا سيما خلال سنوات الجفاف بينما أشارت النتائج أيضاً إلى أن تعزيز كفاءة الري وتقليل الفاقد في شبكات التوزيع يساهم بشكل كبير في الحد من هذا النقص وتحسين موثوقية الإمداد المائي. كما أكدت الدراسة أن تبني الإدارة المتكاملة للموارد المائية يمثل السبيل الأمثل لضمان استدامة المياه في حوض السن./5/

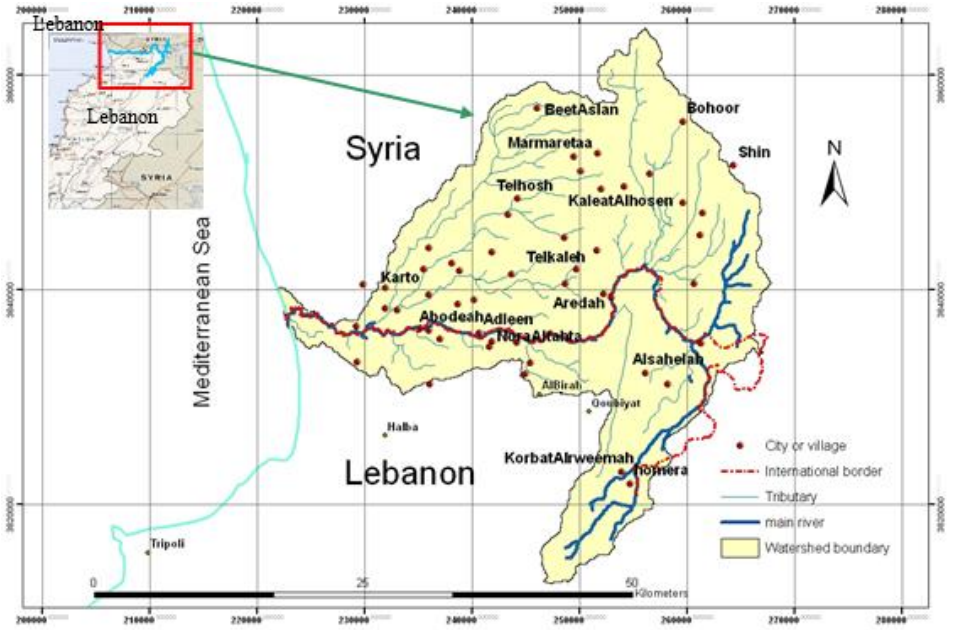
4-5- تشير الدراسة (خزام ،2008) إلى تطوير نموذج متكامل لإدارة الموارد المائية في حوض العاصي الأعلى الممتد من الحدود السورية–اللبنانية حتى سد قطينة بهدف تحقيق التوازن بين الموارد المائية المتاحة والطلب المتزايد عليها. اعتمدت الدراسة على برنامج WEAP21 لمحاكاة سيناريوهات مستقبلية تأخذ بعين الاعتبار النمو السكاني وازدياد الطلب في مختلف القطاعات. أظهرت النتائج أن تحسين كفاءة شبكات الري ومياه الشرب إلى جانب ترشيد الاستهلاك الفردي يمكن أن يخفّض العجز المائي بنسبة تصل إلى

65%. كما بيّنت أهمية استثمار المنشآت المائية مثل بحيرة قطينة وسد زيتا في تعزيز كفاءة الإدارة المائية خاصة خلال فترات الجفاف. وخلصت الدراسة إلى إمكانية القضاء الكامل على العجز المائي بحلول عام 2030 عند توافر واردات مائية باحتمالية 75%، وذلك بشرط رفع كفاءة شبكات الشرب إلى 80% وشبكات الري إلى 75% مع الاعتماد المتكامل على المياه السطحية والجوفية./8/

4-6- تناولت دراسة (الاسعد واخرون ،2015) تقييم وإدارة الموارد المائية في حوض نهر الصنوبر في محافظة اللاذقية الذي يُعد النهر فيه المصدر الرئيسي للمياه على مساحة تقارب 268.8 كم². ركّزت على التحديات المرتبطة بالتغيرات المناخية وتزايد الطلب على المياه مع اعتماد النمذجة المائية باستخدام برنامج WEAP21 لتحليل الوضع الراهن. أظهرت النتائج أن تحسين تقنيات الري ولا سيما اعتماد الري بالتنقيط يمكن أن يساهم في تقليل استهلاك المياه بنسبة تصل إلى 59% مما يعزز كفاءة استخدام الموارد المائية في الحوض./9/

5- منطقة البحث:

يمتد نهر الكبير الجنوبي على طول الحدود بين لبنان وسوريا تبلغ مساحة حوضه الكلية (ضمن الأراضي اللبنانية والسورية) حوالي 990 كم² منها 295 كم² تقع ضمن الأراضي اللبنانية. يمتد الحوض في اتجاه شرقي–غربي ويتراوح ارتفاعه بين سطح البحر وأعلى ارتفاع حوالي 2300 متر ، يجري النهر لمسافة 56 كم على طول الحدود بين لبنان وسوريا ويجمع مياهه من الروافد الموجودة على جانبي الحدود متجهًا من الشرق إلى الغرب حتى يصل إلى ساحل البحر الأبيض المتوسط عند خليج عكار على بعد 15 كم شمال طرابلس. يبلغ متوسط ميلان حوض النهر 12.8%./6/



الشكل (1) : خريطة نهر الكبير الجنوبي (منطقة وجود الدراسة)

6- بناء النموذج في برنامج (WEAP21) :

يُعد بناء النموذج الفيزيائي باستخدام برنامج WEAP21 خطوة أساسية لفهم ديناميكية الموارد المائية وتقييم إدارتها ضمن حوض الدراسة. ويعتمد إعداد هذا النموذج على الخصائص الطبيعية والمناخية للمنطقة والموارد المائية والأنشطة لتمثيل النظام المائي بشكل واقعي ليدعم تحليل الطلب على المياه وإدارة الموارد المائية بشكل مستدام.

حيث يتباين في منطقة الدراسة الهطول المطري تبعًا للعوامل الموسمية والجغرافية. ويتراوح متوسط الهطول المطري السنوي المسجل في الحوض بين 565 مم في محطة كرتو الواقعة على ارتفاع 55 مترًا فوق مستوى سطح البحر و 1180مم في محطة مرمريتا الواقعة على ارتفاع 527 مترًا فوق مستوى سطح البحر.

وتُظهر البيانات المناخية نمطًا عامًا متشابهًا في جميع المحطات، حيث يمتد موسم الهطول المطري من بداية شهر تشرين الاول وحتى أواخر شهر ايار مع تسجيل أعلى معدلات الهطول خلال شهر كانون الثاني، في حين تمتد الفترة الأكثر جفافًا من شهر حزيران حتى شهر ايلول. /6/

ويبلغ المتوسط السنوي للهطول المطري على مستوى حوض النهر حوالي 925مم وهو ما يعادل حجمًا إجماليًا من المياه يقارب 916 مليون متر مكعب سنويًا يخصّص منها نحو 273مليون متر مكعب للجانب اللبناني من الحوض.

يتميز حوض النهر بوجود شبكة تصريف مائي سطحي كثيفة. فبجانب مجرى النهر الرئيسي توجد مجموعة من الروافد الثانوية التي تسهم في تغذية النهر بالمياه.

ومن أبرز هذه الروافد :راويل، العروس، خليفة، شين، والصفا. وفيما يلي عرض موجز لبعض هذه الروافد الرئيسية: /6/

نهر راويل:

يُعد نهر راويل أحد الروافد الرئيسية لنهر الكبير الجنوبي حيث يجري من الشمال إلى الجنوب عبر سهل البقاع بطول يقارب 24كم .وتبلغ مساحة حوض تصريفه حوالي 113 كم² ويتغذى النهر بعدد من الينابيع. ويبين الجدول التالي قيم التصاريف في النهر.

الجدول (1):التصريف الشهري الوسطي لنهر راويل ل 30 عام بواحدة(m^3/sec) /7/

	Sep.	Aug.	Jul.	Jun.	May	Apr.	Mar.	Feb.	Jan.	Dec.	Nov.	Oct.
التصريف الوسطي	0.08	0.01	0.03	0.07	0.27	0.97	2.06	1.82	1.09	0.53	0.21	0.05

نهر خليفة:

يتجه مجرى نهر خليفة من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي بطول يقارب 26كم . وتبلغ مساحة حوضه المائي حوالي 81كم² ويعد نبع خليفة المصدر الرئيسي لتغذية هذا النهر وتبلغ غزارة النبع $0.438\ m^3/sec$.

نهر الصفا:

يجري نهر الصفا من الجنوب الغربي باتجاه الشمال الشرقي ثم شمالًا بطول يقارب 30 كم .وتبلغ مساحة حوضه حوالي 118.8كم² ويعد نبع الصفا المصدر الأساسي لتغذية هذا النهر ويبين الجدول التالي قيم التصاريف في النهر.

الجدول (2):التصريف الشهري الوسطي لنهر الصفا ل 30 عام بواحدة(m^3/sec) /7/

	Sep.	Aug.	Jul.	Jun.	May	Apr.	Mar.	Feb.	Jan.	Dec.	Nov.	Oct.
التصريف الوسطي	0.30	0.33	0.40	0.51	0.69	1.84	2.033	3.18	2.04	1.14	0.4	0.27

وتشير الدراسات إلى وجود انخفاض تدريجي في كميات المياه المتدفقة خلال العقود الخمسة الأخيرة ويُعزى ذلك إلى تأثيرات التغير المناخي والاستغلال المفرط للينابيع الرئيسية التي تغذي النهر خاصة في الجانب اللبناني حيث تستخدم هذه الموارد بشكل رئيسي لتأمين المياه للاستخدامات المنزلية./6/

كما تم إنشاء ثلاثة سدود في الجانب السوري لأغراض الري وهي:

- سد المزينة بسعة تخزين تبلغ 19.2 مليون متر مكعب ويتغذى بالمياه القادمة من نهر راويل أحد روافد نهر الكبير الجنوبي.
- سد خليفة بسعة تخزين تبلغ 3 ملايين متر مكعب

سد تل حوش بسعة تخزين تبلغ 45 مليون متر مكعب. /6/ والذي يتزود بالمياه من وادي السدري ويبين الجدول التالي قيم التصاريف.

الجدول (3):التصريف الشهري الوسطي ل 30 عام بواحدة(m^3/sec) /7/

	Sep.	Aug.	Jul.	Jun.	May	Apr.	Mar.	Feb.	Jan.	Dec.	Nov.	Oct.
التصريف الوسطي	0	0	0	0	0	0.01	0.07	0.08	0.20	0.15	0	0

(الى السيد المحكم تم ذكر وتفصيل كمية الواردات في السيناريو المرجعي وفي شرح الشكل (2) وبشكل عام الواردات هي من الأنهار والينابيع ومن مياه الوديان الموسمية والسدود.. والواردات ليست ملبية للاحتياج الكلي لذلك حصل عجز مائي والجدول 3 هو التصريف الشهري الوسطي ل 30 سنة وهناك عدة جداول وقيم لغزارة ينابيع تدخل ضمن الواردات) كما تتميز منطقة الدراسة بتنوع الأنشطة الزراعية وبتعدد المحاصيل المزروعة حيث تنتشر زراعة عدد من المحاصيل الرئيسية التي تشكل أساس الإنتاج الزراعي في المنطقة ومن أبرزها (الأشجار المثمرة والقمح والخضار والبطاطا والذرة وفول الصويا والفول السوداني) وذلك وفقًا للخطة الزراعية المعتمدة من مديرية الزراعة (2023–2024). ولغرض تمثيل الواقع الزراعي بصورة أدق ضمن نموذج الدراسة تم اعتماد

التركيب المحصولي السائد وإدخال الدورات الزراعية المقترحة وذلك وفق التوزيع الموضح في الجدول.(4) .

الجدول (4): التركيب المحصولي للأراضي المروية

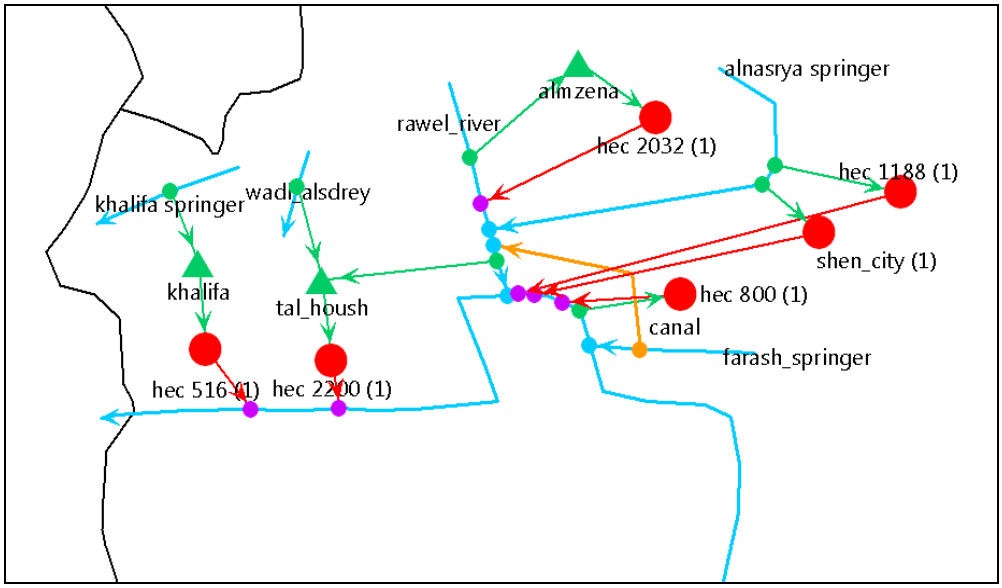
الأراضي المروية من سد المزينة (2032 هكتار) واليناييع (800 هكتار) ونبع الناصرية (1188 هكتار)		الأراضي المروية من سد تلحوش (2200 هكتار) وسد خليفة (516 هكتار)	
محاصيل	المساحة %	محاصيل	المساحة %
الأشجار المثمرة	26.9	الأشجار المثمرة	54.16
القمح	63.9	القمح	54
الخضار	3.28	الخضار	14.16
البطاطا	1	البطاطا	1
الذرة	10.2	فول سوداني	22
فول الصويا	9.35		

يوضح الجدول (5) والشكل (2) التمثيل التخطيطي للمشروع في واجهة الرسم.

الجدول (5) : الشكل ومايمثله من استخدام في البرنامج المذكور

الشكل	الوظيفة
	منطقة تمثل الاحتياج المائي (أراضي زراعية– تجمعات سكانية)
	قناة جر مياه رئيسية
	خط استجرار مياه من المصدر المائي نحو مواقع الاحتياج المائي
	ينابيع ومياه سطحية ومياه وادي السدري

الرواجع من مواقع الاحتياج المائي	
سد المزينة–تل حوش –خليفة	



الشكل (2) : المخطط العام لمنطقة الدراسة

نجد من الشكل (2) أن نهر الكبير الجنوبي يبدأ مساره من نبع الصفا يعبر منطقة الدراسة من الجنوب والممثل بالعنصر التخطيطي ( ) ويرفده بالمياه اثناء مساره نبع الفراش والذي تبلغ غزارته ($1.514 m^3/sec$) /6/ والذي يتم اخذ قناة مياه منه نحو نهر راويل وبمتابعه مسار نهر الكبير نجد انه يروي مساحات زراعية تقدر ب (800) هكتار والمتمثلة بالعنصر ( ) وبعدها نجد تقاطعه مع نهر راويل والذي تصب فيه مياه نبع الناصرية وباستعراض نهر راويل نجد انه يغذي سد المزينة والممثل بالعنصر التخطيطي ( ) حجم تخزينه (19.2) مليون متر مكعب ويقوم السد بدوره بري مساحات زراعية تقدر ب (2032) هكتار أما نبع الناصرية والذي تبلغ غزارته ($1.368 m^3/sec$) /6/ يقوم بتأمين المياه للتجمعات السكانية و مساحات زراعية تقدر ب (1188) هكتار بل إضافة لذلك يقوم وادي السدري بتزويد سد تل حوش بالمياه ،حيث حجم تخزينه (45) مليون متر مكعب والذي يقوم بدوره بري مساحات زراعية تقدر ب (2200) هكتار اما

سد خليفة،الذي حجم تخزينه (3) مليون متر مكعب فيزود بالمياه من نبع خليفة ويقوم الأخير بري مساحات زراعية تقدر ب (516) هكتار.

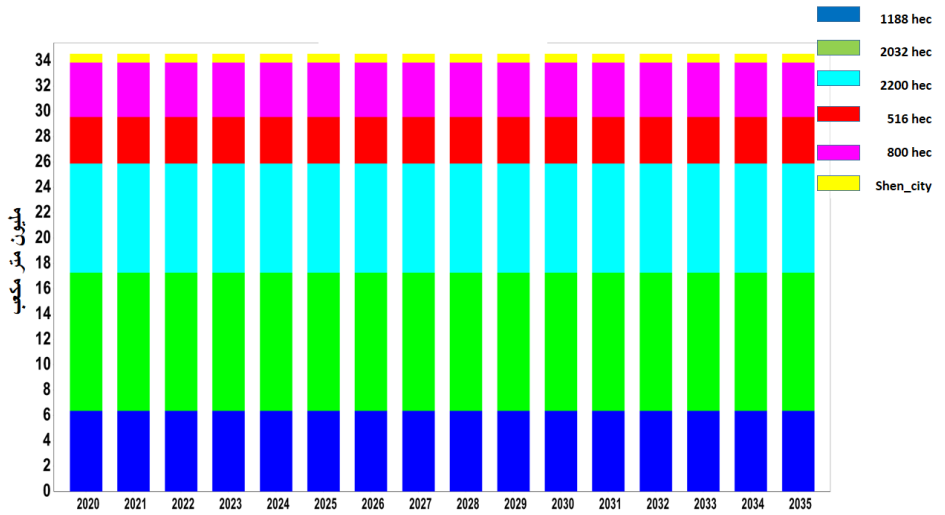
ويتم تصريف رواجع التجمعات السكانية والزراعية الى المجاري السطحية عن طريق العنصر الرسومي ( ) .

7-السيناريوهات :

7-1- السيناريو المرجعي :

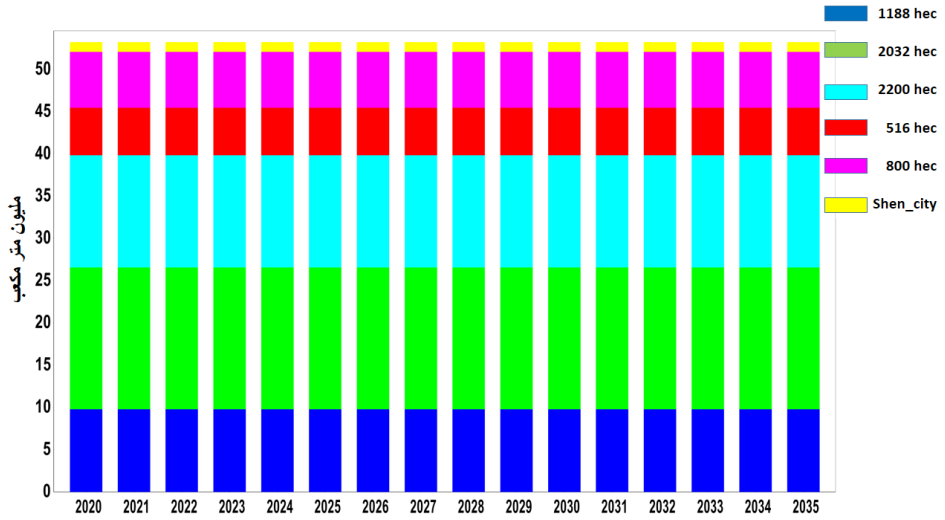
يمثل السيناريو المرجعي وصفًا تحليليًا للحالة الراهنة للنظام المائي من حيث كميات الموارد المائية المتاحة وأنماط استخدامها ويعكس هذا السيناريو الطريقة التي يعمل بها النظام حاليًا أو المسار المتوقع لتطوره مستقبلاً في حال استمرار الظروف القائمة والسياسات المطبقة دون إدخال أي تعديلات أو إجراءات جديدة ،لذلك يُستخدم كمرجع أساسي تُبنى عليه عمليات التحليل إذ تُقارن به نتائج السيناريوهات البديلة من أجل تقييم تأثير الإجراءات أو السياسات المقترحة على إدارة الموارد المائية.

وباستعراض الشكل (3) نجد ان قيمة الاحتياج الصافي في منطقة الدراسة لكامل مواقع الاحتياج المائية (تجمعات سكانية_ أراضي زراعية) بلغت نحو (34.5) مليون متر مكعب سنويا.



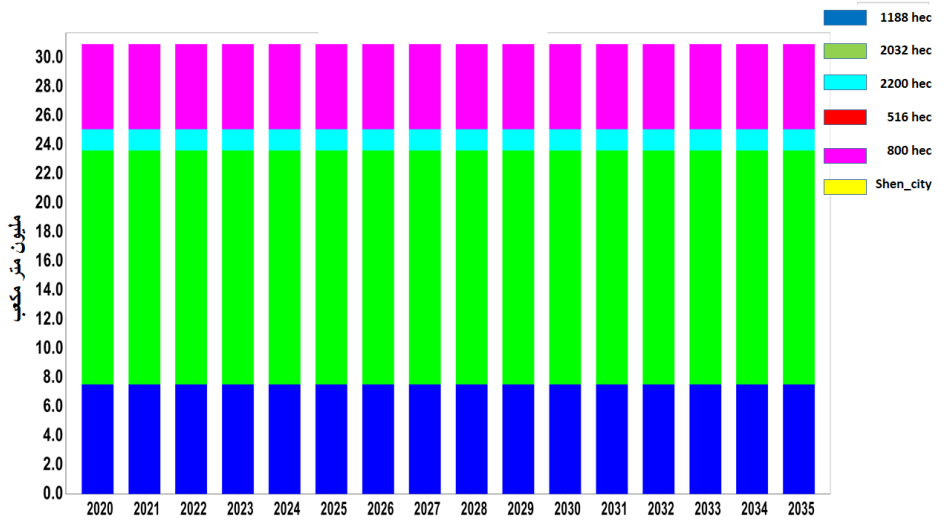
الشكل (3) : الاحتياج المائي الصافي لمواقع الطلب المائي (بواحدة مليون متر مكعب)

وبلغت قيمة الاستجرار المائي الكلي الى مواقع الاحتياج المائي حوالي (53.2) مليون متر مكعب سنويا كما هو موضح بالشكل التالي:



الشكل (4) : الاستجرار المائي الكلي لمواقع الطلب المائي (بواحدة مليون متر مكعب)

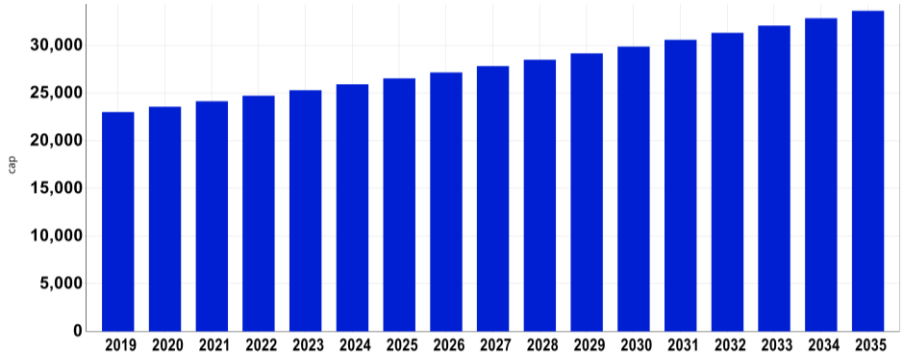
كما بلغت قيمة العجز المائي في منطقة الدراسة بنحو (30.9) مليون متر مكعب سنويا ، كما هو موضح بالشكل (5).



الشكل (5) : العجز المائي لمواقع الطلب المائي (بواحدة مليون متر مكعب)

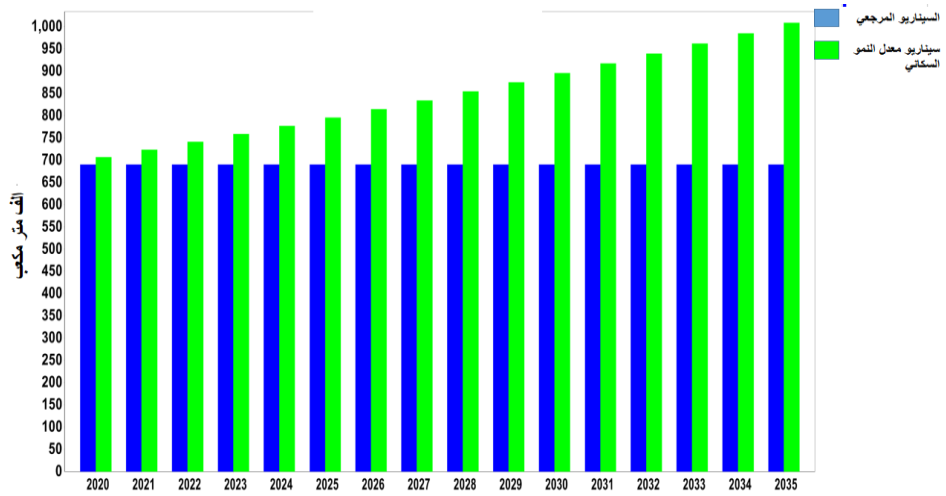
7-2- سيناريو معدل النمو السكاني:

تم في هذا السيناريو دراسة تأثير زيادة عدد السكان على الواقع المائي الحالي حيث يقدر عدد السكان الحالي في منطقة الدراسة نحو (23000) نسمة ليصل بنهاية فترة الدراسة لـ(33614) نسمة بمعدل نمو سكاني (24 ‰) كما هو موضح بالشكل (6).



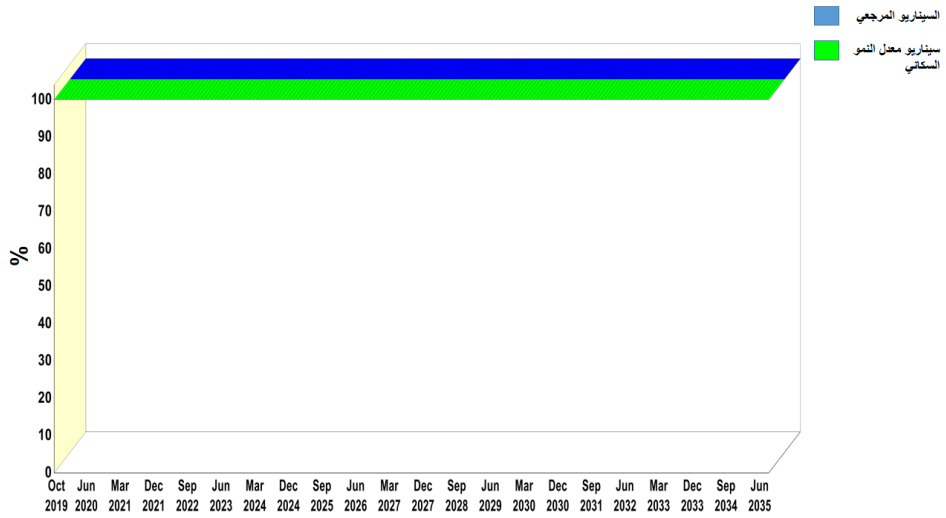
الشكل (6): التغير في عدد السكان للتجمعات السكانية في سيناريو معدل النمو السكاني

حيث بلغت قيمة الاحتياج المائي الصافي للتجمعات السكانية في بداية الدراسة /690/ الف متر مكعب وفي السنة الأخيرة للدارسة بلغت الكمية /1/ مليون متر مكعب كما هو مبين بالشكل (7) علما ان حصة الفرد من المياه بلغت مايقارب (85) لتر يوميا.



الشكل (7): التغير في الاحتياج المائي الصافي للتجمعات السكانية بين السيناريو المرجعي ومعدل النمو السكاني

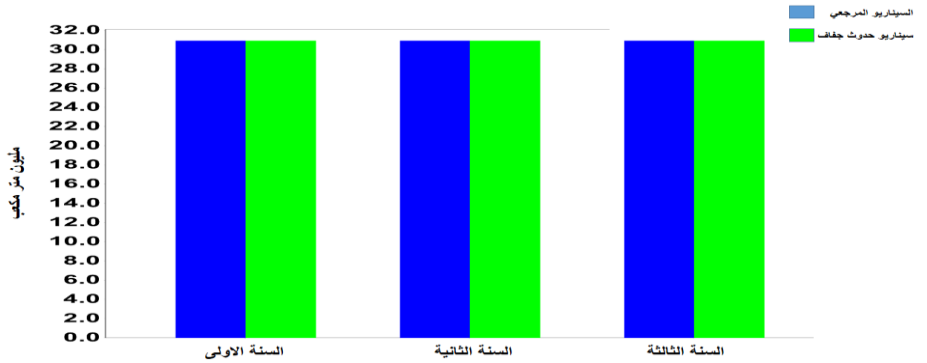
نجد بتطبيق هذا السيناريو ان قدرة الواردات المائية الحالية على الوفاء بمتطلبات مناطق التجمعات السكانية دون حدوث عجز مائي فيها كما هو موضح في الشكل (8) ، حيث تبلغ 100% في ظل الاعداد المتنبأ بها حسب الدراسات الإحصائية السابقة للمنطقة.



الشكل(8): مقارنة بين السيناريو المرجعي وزيادة عدد السكان من حيث تغطية الاحتياج المائي

7-3- سيناريو حدوث دورة جفاف:

بتزايد حدة التحديات المائية حيث تتحول ندرة المياه من خطر محتمل الى واقع ملموس ، يبرز هذا السيناريو كحالة بالغة الأهمية لمعرفة تأثير انخفاض الوارد المائي من الينابيع والمياه السطحية بحدود 20% سنويا ولمدة 3 سنوات على المنطقة .



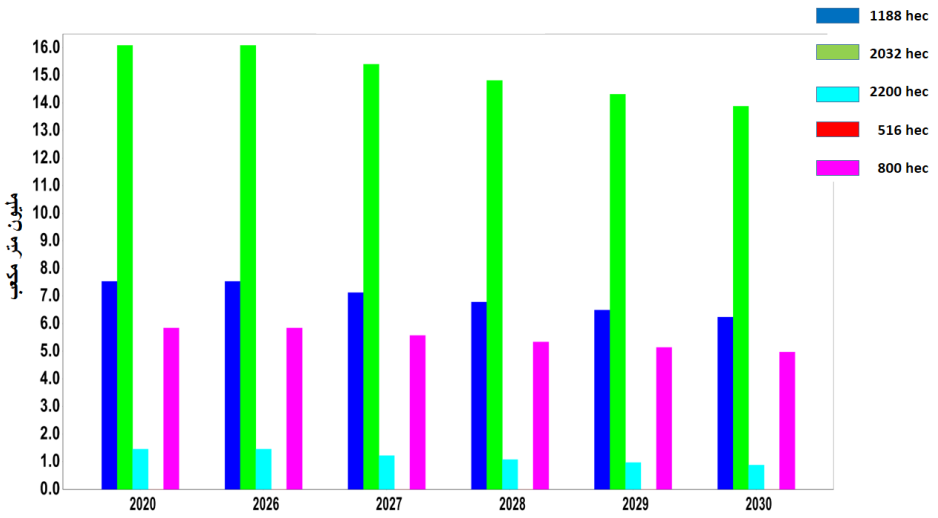
الشكل (9) : مقارنة بحجم العجز المائي بين السيناريو المرجعي وحدوث دورة جفاف

نلاحظ من الشكل (9) أن قيمة العجز المائي لم تزداد عند حدوث دورة جفاف مقارنه مع السيناريو المرجعي مما يدفعنا الى القول ان حدوث العجز المائي مرتبط بقيمة المياه المستجرة من المصادر المختلفة لعدم قدرتها على تامين الواردات رغم توفرها في السنوات المتوسطة والجافة نوعا ما.

7-4- سيناريو زيادة كفاءة شبكة الري:

في هذا السيناريو تمت دراسة تحسين كفاءة شبكة الري في منطقة الدراسة من 65 % الى 75% بشكل تدريجي ابتداءً من العام 2027 الى 2030 .

وباستعراض الشكل(10) نجد ان قيمة العجز المائي انخفضت في كافة مواقع الاحتياج المائي الزراعي من (30.9) مليون متر مكعب الى (26) مليون متر مكعب بنهاية 2030.



الشكل (10) : العجز المائي لكل مواقع الاحتياج المائي الزراعي في منطقة الدراسة

8- النتائج :

1. أظهرت نتائج السيناريو المرجعي أن إجمالي الاحتياج المائي الصافي في منطقة الدراسة بلغ نحو 34.5 مليون م^3 سنوياً في حين سُجّل عجز مائي يقارب 30.9 مليون م^3 سنوياً يتركز بشكل رئيسي في القطاع الزراعي.
2. بيّن سيناريو النمو السكاني حيث بزيادة عدد السكان من 23 ألف نسمة إلى نحو 33614 نسمة زيادة الطلب المنزلي من 0.69 إلى نحو 1 مليون م^3 سنوياً إلا أن الموارد المائية الحالية قادرة على تغطية هذه الاحتياجات دون تسجيل عجز في قطاع مياه الشرب.
3. أظهر سيناريو حدوث دورة جفاف بانخفاض الوارد المائي بنسبة 20% لمدة ثلاث سنوات أن العجز المائي لم يزداد بشكل ملحوظ مقارنة بالحالة المرجعية الوسطية مما يشير إلى أن المشكلة ترتبط بكفاءة إدارة الموارد المائية أكثر من ارتباطها بتوفرها الطبيعي

4. أوضح سيناريو تحسين كفاءة الري من 65% إلى 75% انخفاض العجز المائي الزراعي من 30.9 إلى نحو 26 مليون م³ سنوياً بحلول عام 2030 مما يؤكد أهمية رفع كفاءة استخدام المياه في تقليل الفجوة بين العرض والطلب.

9- المراجع:

المواقع الالكترونية:

WWW.WEAP21.ORG−1

المراجع الأجنبية :

2- *Akanbi, R. T., Ndarana, T., Davis, N., & Archer, E. (2020), Integrated assessment of the influence of climate change on current and future intra-annual water availability in the Vaal River catchment. Journal of Water and Climate Change, 11(4).*

3- Hassan, H. G., Omar, M. E. D. M., Badawy, N. B., & Altokhy, M. A. (2024). *Assessment of the Water Supply and Demand Management System in Fayoum using WEAP*. Engineering Research Journal (ERJ), 53(4), 168–129.

4- Takele, Gebrie, Engida, Water demand and supply under future water development and climate change scenarios in the upper Blue Nile basin , Water Supply Vol 24 No 12 ,2024.

المراجع العربية:

5-عبدالله ، مي، رسالة ماجستير بعنوان (إدارة الموارد المائية حوض السن)، كلية الهندسة المدنية ،جامعة حمص .2016

6− تقرير صادر عن شركة ماستر بلان الألمانية لدراسة حوض نهر الكبير الجنوبي، 2008

7−مديرية الموارد المائية بحمص ، وزارة الطاقة

8− خزام ، بشرى . ترشيد استخدام الموارد المائية في حوض العاصي الأعلى . رسالة دكتوراه في الهندسة المائية . جامعة البعث، حمص ، 2008

9- حويجة، الأسعد، تطوير سيناريو إدارة المياه في حوض نهر الصنوبر باستخدام WEAP،مجلة جامعة اللاذقية للبحوث والدراسات العلمية، لمجلد 37 ،العدد 2 ،2015.