الافاق المستقبلية للأمن المائي في العراق*

الباحثة: رقية احمد مطر[1] أ. د. مشعل عبد خلف[2]
roq23g1003@uoanbar.edu.iq ag.mishal.abid@uoanbar.edu.iq
جامعة الانبار – كلية الزراعة[1، 2]

تاريخ الاستلام 2025/4/27 تاريخ القبول 2025/5/13 تاريخ النشر 2025/6/22

المخلص:

ان الامن المائي لاي مجتمع يعتبر على غاية من الأهمية، وان التغيرات المناخية من جهة والتعديلات التي اخذت بها الكثير من البلدان على مجاري الانهر الدولية من جهة اخرى. قد تكون سببا في احداث تعديلات خطيرة على الامن المائي في الكثير من بلدان العالم ومنها العراق. لذلك استهدف هذا البحث قياس بعض مؤشرات الامن المائي في العراق والتنبؤ بمستقبل تلك المؤشرات من خلال تحليل سلسلة نصيب الفرد العراقي من الواردات المائية العراقية للمدة 1980–2024 باستخدام نموذج ARIMA . وقد اشارت نتائج البحث بأن نصيب الفرد العراقي من الواردات المائية انحدر بشكل سريع خلال مدة الدراسة ليتحول العراق من بلد وفرة مائية الى بلد يعاني من ندرة مائية وفقر مائي، وتشير التوقعات الى ان نصيب الفرد سيصل الى نحو 500 م^3 سنويا عام 2030 .

الكلمات المفتاحية: الامن المائي، الاجهاد المائي، الندرة المائية.

Future prospects for water security in Iraq

Researcher: Roqia Ahmed Mutar[1] Prof. Dr. Mishal Abid Khalaf[2]
University of Anbar - Agricultural College

Abstract:

Water security for any society is of utmost importance, and climate changes on one hand and the modifications made by many countries to international river courses on the other hand may lead to serious alterations in water security in many countries around the world, including Iraq. Therefore, this research aimed to measure some indicators of water security in Iraq and to predict the future of those indicators by analyzing the series of per capita Iraqi water imports for the period 1980-2024 using the ARIMA model. The results of the research indicated that the per capita Iraqi water

* البحث مستل من رسالة ماجستير.

imports have rapidly declined during the study period, transforming Iraq from a water-rich country to one suffering from water scarcity and water poverty. Forecasts suggest that per capita water imports will reach about 500 m^3 annually by 2030.

Keywords: Water Security, Water Stress, Water Scarcity.

المقدمة:

تعد المياه المصدر الاساسي للحياة في اي بلد، وان الطلب على المياه يتجه الى التزايد بمرور الزمن بسبب تزايد سكان العالم بشكل عام اذ ارتفع سكان العالم من نحو (4.5) مليار نسمة عام 1980 ليصل الى ما يزيد عن (8) مليار نسمة في عام 2025 [1]. وتزايد الطلب على المياه ليس فقط بسبب ازدياد السكان فحسب بل بسبب ارتفاع معدلات النمو وازدياد استثمارات الموارد الطبيعية في الانشطة الاقتصادية المختلفة الزراعية والصناعية والبيئية. وان ما يميز المياه عن بقية الموارد كونه مورد تصعب المتاجرة به لانه يمس حياة الفقير والغني والحاجة اليه كبيره وتكاليف نقله من خارج الاقليم مرتفعة. ويتسم عرض المياه بانه مرتبط بالنظام الايكولوجي للبلد وان التأثير على هذا النظام يكون صعب ومعقد.

ان الكثير من بلدان العالم التي تشترك مع اخرى في الانهار الدولية وتمثل دول منبع او ممر لتلك الانهار اتجهت في السنوات الاخيرة الى عمل استثمارات كبيرة على مجاري تلك الانهار وبطرق لم تراعى بها حصص الدول الاخرى من المياه تاريخيا، كما انها لم تنخرط باتفاقيات تنظم هذه الاستثمارات وتنظم حصص الدول المتشاطئة على الانهار الدولية بالرغم من وجود الكثير من النظريات والقوانين التي اوصت بضرورة حل الاشكاليات بين الشركاء في الانهار الدولية [2] ، مما يزيد الهواجس في البلدان الشريكة معها. ويعد العراق واحد من بين اكثر البلدان التي تضررت ومن المتوقع ان يزداد ضررها بسبب السياسات التي اعتمدها الدول التي تشترك معه في حوضي كل من نهر دجلة والفرات، ومما يزيد الامور تعقيدا هو كون العراق هو البلد المصب للنهرين المذكورين.

ان السياسة المائية التركية والايرانية والسورية في العقود الاخيرة اتجهت الى اقامة الكثير من المشاريع او من الاجراءات التي من شانها الاضرار بنصيب العراق من واردات نهري دجلة والفرات، فقد انشأت الحكومة التركية بضمن مشروع الـ GAP عدة سدود على مجاري نهري دجلة والفرات تكفي لخزن ما مقداره 106 مليار متر مكعب، فضلا عن استثمار نسبة من تلك المياه للاغراض

الزراعية والصناعية ، وسارعت الحكومة السورية الى نفس الخطوات مما نتج عن تلك التراكمات تراجع واردات العراق المائية من نحو 70 مليار متر مكعب سنويا في نهايات القرن الماضي الى اقل من 30 مليار متر مكعب في العقد الثاني من القرن الحادي والعشرون، كما اتجهت ايران الى انتهاج سياسة مائية اكثر قساوة فقد تم تغير مجاري الكثير من الانهار التي تنبع من الداخل الايراني بطريقة تحرم العراق من واردات تلك الانهار بشكل كلي او كبير جدا [3].

المواد وطرائق العمل

مفهوم الأمن المائي:- يستند مفهوم الأمن المائي كفكرة شاملة إلى جوهر أساسي هو الكفاية والضمان على مر الزمن والمكان. وهذا يعني تلبية الاحتياجات المائية المتنوعة نوعًا وكمًا، مع ضمان استمرار هذه الكفاية دون أي تأثير. يتطلب ذلك حماية المياه المتاحة واستخدامها بشكل فعّال، بالإضافة إلى تطوير أساليب هذا الاستخدام وتنمية الموارد الحالية بعد ذلك ثم يُبحث عن موارد جديدة، سواء كانت تقليدية أو غير تقليدية مما يربط بين الأمن المائي ومشكلة ندرة المياه[4].

أصبحت أهمية الموارد المائية واضحة للجميع، حيث تشكل محورًا رئيسيًا في نظام الموارد الطبيعية وترتبط بشكل وثيق جداً بالبيئة والتنمية الشاملة. اذ تعتبر هذه الموارد أساسًا لكل أنشطة التنمية الاجتماعية والاقتصادية، فضلاً عن الحفاظ على صحة النظم البيئية، تواجه معظم المجتمعات تحديات كبيرة في تنمية هذه الموارد وترشيد استخدامها. وقد تم إطلاق العديد من المبادرات وارساء مبدأ التعاون في ادارة مياه الانهار المشتركة، اذ يلزم هذا المبدأ الدول المشتركة بمياه النهر الدولي بمجموعة من الواجبات التي تضمن الاستخدام الامثل للمياه في النهر وان تتصرف بحسن نية قائم على التعاون بينها وقد اقر هذا المبدأ في مؤتمر ستوكهولم عام 1972 وفي اعلان حقوق الدول وواجباتها لعام 1974 وفي مؤتمر ريو لعام 1992 ومؤتمر قمة جوهالسمبرغ عام 2002. كما نصت عليه احكام هلسنكي لعام 1966 واكدته المادة الثامنة من اتفاق الامم المتحدة بخصوص المجاري المائية الدولية لعام 1977 واعتبر واجبا على الدول المتشاطئة لتأكيد أهمية الأمن المائي على المستويات المحلية والوطنية والإقليمية مع الحفاظ على النظم البيئية المستدامة [5].

مؤشرات الامن المائي :- توجد العديد من المؤشرات التي تتعلق بالأمن المائي او تؤثر عليه من حيث كفاية المعروض المائي المحلى من المياه العذبة لسد متطلبات المياه للاغراض المختلفة، وتوجد عدة مؤشرات منها:

1- ندرة المياه (Water Scarcity) : يعرف مصطلح" ندرة المياه "بشكل عام على أنه عدم التوازن بين توفر المياه والطلب عليها في بقعة أو منطقة محددة، وتنشأ تلك الحالات من عدم التوازن، نتيجة لعدة عوامل مختلفة. وقد تم تطوير عدد من المقاييس لتحديد حدة ندرة المياه النسبية، ومن بين تلك المقاييس مؤشر فالكنمارك للإجهاد المائي[6] الذي تم تطويره من قبل العالم السويدي في مجال الهيدرولوجيا مالين فالكنمارك في عام 1989، ويعد من اقدم المقاييس وأكثرها استخداماً ويعكس هذا المؤشر مستوى ندرة المياه في منطقة معينة، من خلال تقدير كمية المياه العذبة المتجددة المتاحة لكل فرد سنوياً. وبحسب مؤشر فالكنمارك للإجهاد المائي، فأن اي بلد او منطقة تصل فيها كمية المياه المتجددة المتاحة للفرد اقل من 1,700 متر مكعب للفرد الواحد سنوياً فهي تعاني من اجهاد مائي، أما عند انخفاض مستوى المياه الى ما دون 1,000 متر مكعب سنوياً للفرد الواحد فهذا يعد ندرة في المياه العذبة المتجددة.

2- العجز المائي (Water Deficit) : هو الحالة التي يكون فيها المعروض من المياه أقل من الطلب عليها، مما يؤدي إلى عدم توازن بين المتاح من الموارد المائية والاحتياجات المطلوبة[7]. ويُعرف أيضاً باسم الفجوة المائية[8]. ويمكن تحديده من خلال تقييم كمية الموارد المائية المتاحة مقارنة بالطلب عليها[9].

3- خط الفقر المائي (Water Poverty Line) : يعرف بأنه انخفاض نصيب الفرد من الموارد المائية المتجددة مثل الأمطار، والمياه السطحية، والمياه الجوفية إلى أقل من 1200 متر مكعب سنوياً[10]. يُعتبر خط الفقر المائي أحد المؤشرات الأساسية التي توضح الوضع المائي للدولة مقارنة بالدول الأخرى. ويعتمد هذا المؤشر على معيارين أساسيين[11]: الأول كمي يتعلق بحصة الفرد من المياه، والثاني نوعي، يتعلق بمدى ملاءمة المياه للاستخدام.

4-الإجهاد المائي (Stress water) : هو أحد المؤشرات المائية المستخدمة لتقييم وفرة المياه مقارنة بالاحتياجات المائية البشرية والبيئية. كما انه يشير إلى مدى ضغط الطلب على المياه

بالنسبة للموارد المتاحة او المتوفرة . كما يعتبر مفهومًا مركزيًا في الإدارة المتكاملة للموارد المائية لأنه يساعد في تحديد المناطق التي تواجه تحديات في توفير المياه، وهو يعني انخفاض حصة الفرد من المياه إلى أقل من 1700 متر مكعب في السنة[12]. ويعدّ من مظاهر ندرة المياه التي تؤدي إلى زيادة التنافس بين المستخدمين على كميات محدودة من الموارد المائية. ينتج عن هذا التنافس تراجع في مستوى خدمات المياه، مما يؤثر بشكل كبير على القطاع الزراعي، ومن ثم يهدد الأمن الغذائي[13].

حدوده وتصنيف الاجهاد المائي: يقاس الإجهاد المائي عادة باستخدام المؤشرات الكمية متمثلة بنصيب الفرد من المياه العذبة فهي المؤشرات الاكثر شيوعًا ، ويُعبر عنها بكمية المياه المتاحة للفرد سنويًا (بالمتر المكعب) [14]:

- فوق 1700 م³/فرد/سنة: لا يوجد إجهاد مائي او وفرة مائية.
- 1000–1700 م³/ فرد/ سنة: إجهاد مائي معتدل.
- 500–1000 م³/ فرد/ سنة: إجهاد مائي مرتفع .
- أقل من 500 م³/ فرد/ سنة: اجهاد مائي حاد(ندرة مائية شديدة).

5- مؤشر نسبة سحب المياه: يعبر عن كمية المياه المستهلكة إلى نسبة الموارد المائية المتجددة او المتاحة Water Withdrawal to Availability: فإذا تجاوزت نسبة السحب 40% فأن المنطقة تقع تحت إجهاد مائي. ويعتمد هذا المؤشر على النسبة بين المياه المسحوبة الى الموارد المائية المتجددة ويصنف الإجهاد المائي بحسب هذا المؤشر إلى[15]:

- منخفض جدًا عندما يكون (أقل من 10%).
- منخفض إلى متوسط عندما يكون (10–20%).
- متوسط إلى مرتفع عندما يكون (20–40%).
- مرتفع عندما يكون (40–80%).
- مرتفع جدًا عندما يكون (أكثر من 80%).

ان مؤشر الاجهاد المائي حسب هذا المؤشر يتراوح بين الصفر والواحد وكلما اقترب من دلل على وفرة الموارد المائية مقارنة بالطلب عليها، ما يعني عدم وجود إجهاد مائي، في حين عند يقترب المؤشر مع 1 (=1) فهذا يمثل الحد الحرج الذي يشير إلى توازن دقيق بين الاستهلاك والموارد. أما

تجاوز المؤشر لقيمة1 (1<)، فيُعد دليلاً على وجود إجهاد مائي خارج التحمل ويمثل استهلاك ربما خارج حدود قدرة المياه على التجديد فعلي نتيجة تجاوز الاستهلاك للموارد المتاحة. وقد أقرت منظمة FAO وUN–Water هذه الحدود ضمن تقريرهما لعام 2021 حول مؤشر الإجهاد المائي[16].

6–2 : حساب الإجهاد المائي: يتم حساب الإجهاد المائي باستخدام معادلات تعتمد على[17]:

أ– المياه المسحوبة (Water Withdrawals): وهي إجمالي كميات المياه المستخدمة للأغراض الزراعية والصناعية والمنزلية والبيئية.

ب– الموارد المائية المتجددة (Renewable Water Resources): وهي المياه التي تتجدد طبيعيًا من خلال هطول الأمطار والجريان السطحي والمياه الجوفية.

الاجهاد المائي = كمية المياه المسحوبة او المستهلكة / كمية المياه المتاحة او المتجددة ×100

تحليل السلاسل الزمنية:– يعد اسلوب BOX- JENKS في تحليل السلسلة الزمنية واستخدام مواصفاتها الذاتية للتنبؤ بمستقبلها واحد من الاساليب القياسية المهمة، وقد تسمى النماذج القياسية المهمة التي تستخدم بكثرة ويذهب الكثير من الاقتصاديين الى عدم تسمية هذه الطريقة بانها نموذج اقتصادي لأنها لا تحاكي العلاقات الاقتصادية بين متغير اقتصادي تابع ومتغير او متغيرات مستقلة. بل ان هذا النموذج يستخدم مواصفات السلسلة او الظاهرة لتفسير نفسها والتنبؤ بمستقبلها ففي هذا الاسلوب تكون المتغيرات المفسرة للسلسلة عبارة عن قيمها الذاتية لسنوات سابقة وكذلك المتوسطات المتحركة لقيمها بمستوى معين وان الشكل العام لنموذج ARMA . [18]

$$Y_t = c + \sum_{i=1}^{p} a_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^{q} B_j e_{t-j} + e_t$$

حيث ان Y_t هي قيم الظاهرة عبر سنوات السلسلة t

B , a ، C هي تجميع خاص لثوابت النموذج اعلاه

Y_{t-i} هي قيم الظاهرة عبر سنوات السلسلة التي تسبق السنة الحالية الى حد قدره P

e_{t-j} هي قيم المتوسطات المتحركة للاخطاء لحد q

ان نموذج ال ARIMA هو مركب من ثلاث وهي الانحدار الذاتي (Ar Autoregressive) والمتوسطات المتحركة للأخطاء (MA) اما ال (I) فهي تعني درجة تكامل السلسلة ونقول بان رتبة

النموذج هي (p,I ,q) بحسب رتبة التخلف الزمني p ورتبة المتوسطات المتحركة q ، وبقي ان نشير الى درجة تكامل السلسلة اي المستوى الذي تستقر به السلسلة I فاذا كانت مستقرة عند المستوى يعتبر صفر واذا كانت مستقرة عند الفرق الاول يعتبر 1 وهكذا.

خطوات تقدير نموذج ARIMA :- توجد عدة خطوات لتقدير النموذج واستخدامه وهي[19] :-

1- التشخيص او التعريف Identifecation في هذه الخطوة يجب تحديد الرتب التي يقدر بها النموذج وهنا نتبع ما يلي:

أ- نرسم السلسلة لأخذ فكرة عن مدى استقرارها

ب-نحدد درجة تكامل السلسلة من خلال فحص سكونها باختبار جذر الوحدة فاذا كانت مستقرة عند المستوى تكون متكاملة من الدرجة صفر I(0) واذا سكنت عند الفرق الاول تكون متكاملة من الدرجة 1 I(1) وهكذا

ت-نفتح السلسلة التي تم تسكينها ونأخذ لها Correlogram اي نقدر لها الارتباط الذاتي ACF وكذلك الارتباط الجزئي PACF ونلاحظ درجة التخلف التي كانت عندها الارتباطات الذاتي ACF خارج الحدود تمثل رتبة المتوسطات المتحركة q ومستوى التخلف الذي كانت عنده ال PACF خارج الحدود كرتبة للتخلف.

2- نذهب الى تقدير نموذج ال ARIMA للسلسلة التي تم تسكينها مع تحديد مستوى ال AR ممثلة بالرتبة p وتحديد مستوى ال ma متمثلة بالرتبة q وهنا قد تكون امامنا عدة توليفات من الرتب في حالة كون الخروج عن الحدود قد حصل باكثر من مستوى تخلف فيجب ان نقدر كل تلك النماذج ثم نختار الافضل على اساس كل من معامل التحديد المعدل الاعلى هو الافضل ومعايير اكايك وسوارتج اذ ان القيم الاقل لهذه المعايير هي الافضل لنختار النموذج الافضل من بين النماذج المقدرة

3- نقوم بفحص بواقي النموذج بتقدير الارتباط الذاتي البسيط والارتباط الذاتي الجزئي لها للتأكد من انها انحسرت داخل الحدود المؤشرة ام لا وان حصل انها انحسرت فيعد ذلك النموذج جيد وان اخطاءه العشوائية اتسمت بالصفات المرغوبة.

4- ثم استخدام النموذج للتنبؤ بقيم السلسلة وقياس القوة التنبؤية للنموذج.

النتائج والمناقشة

نصيب الفرد من الواردات المائية:- يعد نصيب الفرد من المياه التي يمكن تجهيزها للاستخدامات المختلفة احد مؤشرات الامن المائي. وقد شهد نصيب الفرد من الموارد المائية في العراق والمستمدة من نهري دجلة والفرات وروافدهما خلال الفترة من 1980 ولغاية 2024، تراجعاً حاداً بسبب تأثيرات عوامل داخلية واخرى خارجية. ففي فترة الثمانينيات كان الاجمالي للتدفق السنوي لنهري دجلة والفرات يقرب من 100 مليار متر مكعب، مما اتاح نصيبًا مرتفعًا للفرد نظرًا لعدد السكان في ذلك الوقت، إلا أن هذا الوضع لم يستمر على حاله وتغير بشكل جذري نتيجة المشاريع المائية المقامة ضمن مشروع تنمية شرق الاناضول gap الذي يهدف لاستثمار اكثر من 30 مليار متر مكعب من مياه نهري دجلة والفرات في تنمية شرق الاناضول، مما تسبب في تراجع كبير في واردات نهري دجلة والفرات اذ تقلصت بنحو 60% وتراجعت من نحو 80 مليار متر مكعب لتصل الى نحو 25 مليار متر مكعب سنويا مما زاد من بروز ازمة المياه في العراق.

كما ان النمو السكاني السريع في العراق ساهم في زيادة الطلب على المياه حيث ارتفع عدد السكان من 14 مليون نسمة في عام 1980 إلى نحو من 45 مليون نسمة تقريباً في عام 2024، مما أدى إلى انخفاض نصيب الفرد من المياه بشكل ملحوظ مقارنة بالفترات السابقة.

ان التلوث البيئي ساهم ايضاً في تفاقم أزمة المياه حيث تلقى الملايين من الأمتار المكعبة من مياه الصرف الصحي والصناعي والزراعي وغيرها من المياه غير الصالحة في الأنهار دون القيام بمعالجتها مما يقلل من صلاحية المياه الصالحة التي تستخدم للاستهلاك البشري والزراعي الأمر الذي يهدد الأمن المائي في العراق في جانب نوعيته وليس فقط كميته.

في ظل كل التحديات والظروف المشار اليها، فان العراق يواجه مستقبلًا مائيًا غامضًا مما يستلزم منه تبني سياسات واستراتيجيات وطنية صارمة تهدف الى إدارة الموارد المائية بشكل امثل وتفعيل التعاون الإقليمي وفق القوانين الدولية الخاصة بالمياه من اجل ضمان توزيع عادل ومستدام للمياه مع التركيز على استخدام مصادر بديلة اخرى للمياه مثل تحلية المياه وإعادة تدويرها لضمان استدامة واستمرارية الموارد المائية في البلاد. والجدول رقم (1) يبين نصيب الفرد من الواردات المائية العراقية للمدة 1980-2024، ومؤشر الامن المائي للعراق فيها.

جدول (1) نصيب الفرد من واردات نهري دجلة الفرات وروافدهما ومؤشر الامن المائي للسنوات المائية من 1980 ولغاية 2024

السنة المائية	عدد السكان (مليون نسمة)	مجموع الواردات (مليار م³/سنة)	نصيب الفرد من الواردات (م³/سنة)	حالة المياه وفقاً لمؤشر (فولنكمارك)
1980	13.238	65.55	4951	وفرة مائية
1981	13.660	68.03	4980	وفرة مائية
1982	14.110	85.51	4060	وفرة مائية
1983	14.586	51.07	3501	وفرة مائية
1984	15.077	62.38	4137	وفرة مائية
1985	15.585	47.42	3042	وفرة مائية
1986	16.110	86.98	5399	وفرة مائية
1987	16.335	71.10	4352	وفرة مائية
1988	16.882	78.12	4627	وفرة مائية
1989	17.428	123.26	7072	وفرة مائية
1990	17.890	66.70	3728	وفرة مائية
1991	18.419	43.27	2349	وفرة مائية
1992	18.949	74.87	3951	وفرة مائية
1993	19.478	78.73	4041	وفرة مائية
1994	20.007	60.17	3007	وفرة مائية
1995	20.536	89.53	4359	وفرة مائية
1996	20.536	68.85	3259	وفرة مائية
1997	21.124	70.30	3188	وفرة مائية
1998	22.046	78.81	3471	وفرة مائية
1999	23.382	37.41	1599	إجهاد مائي
2000	24.086	36.70	1523	إجهاد مائي
2001	24.813	30.72	1238	إجهاد مائي
2002	25.565	53.60	2096	وفرة مائية

السنة المائية	عدد السكان (مليون نسمة)	مجموع الواردات (مليار م³/سنة)	نصيب الفرد من الواردات (م³/سنة)	حالة المياه وفقاً لمؤشر (فولنكمارك)
2003	26.34	73.10	2775	وفرة مائية
2004	27.139	64.96	2393	وفرة مائية
2005	27.963	54.65	1954	وفرة مائية
2006	28.81	67.55	2344	وفرة مائية
2007	29.682	56.80	1913	وفرة مائية
2008	30.577	32.70	1069	إجهاد مائي
20009	31.664	32.110	1014	إجهاد مائي
2010	32.480	50.12	1542	إجهاد مائي
2011	33.339	47.57	1426	إجهاد مائي
2012	34.209	49.110	1435	إجهاد مائي
2013	35.086	56.02	1596	إجهاد مائي
2014	36.004.552	37.25	1035	إجهاد مائي
2015	35.212.600	35.34	1004	إجهاد مائي
2016	36.169.123	54.75	1514	إجهاد مائي
2017	37.139.519	40.69	1096	إجهاد مائي
2018	38.124.182	33.20	871	ندرة مائية
2019	39.127.889	93.51	2390	وفرة مائية
2020	40.150.174	49.67	1237	إجهاد مائي
2021	41.190.658	31.24	758	ندرة مائية
2022	42.248.883	25.50	604	ندرة مائية
2023	43.324.018	26.07	602	ندرة مائية
2024	45.407.895	40.21	891	ندرة مائية

المصدر: وزارة الموارد المائية المركز الوطني لإدارة الموارد المائية، بيانات غير منشورة، 2019 .

– وزارة التخطيط العراقية، الجهاز المركزي للإحصاء، المجاميع الإحصائية لسنوات متفرقة.

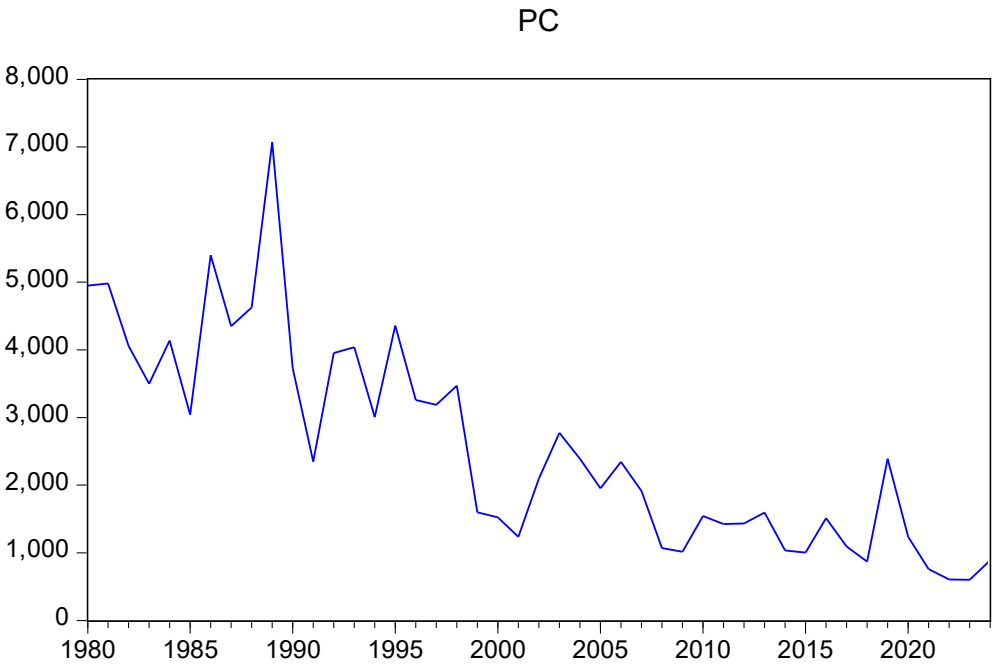
* وفرة مائية 1700 < :م³/سنة

* إجهاد مائي 1700 – 1000 :م³/سنة

* ندرة مائية 1000 – 500 :م³/سنة

أظهرت نتائج التحليل الزمني للبيانات المائية في العراق للفترة الممتدة بين عامي 1980 و 2024 الموضحة في الجدول (1) انحدارًا ملحوظًا في متوسط نصيب الفرد من الموارد المائية. فقد تراجعت حصة الفرد من مستويات الوفرة المائية (1700< م³/سنة) التي كانت سائدة في العقود الأولى من الدراسة إلى حدود الإجهاد المائي (1700> م³/سنة) بحلول أواخر التسعينيات. وتشير النتائج بوضوح إلى دخول العراق مرحلة الفقر المائي والندرة المائية (1000> م³/سنة) بدءًا من عام 2018 وبداية العقد الثالث من الألفية الجديدة. ويعكس هذا التحول مدى الضغط المتزايد على الموارد المائية نتيجة النمو السكاني المتسارع وتناقص الواردات المائية إلى البلاد. ويُعد هذا التراجع مؤشرًا خطيرًا ينذر بتفاقم تحديات الأمن المائي، خاصة في ظل التغيرات المناخية وتضاؤل التدفقات المائية العابرة للحدود العراقية. مما يستلزم تبني استراتيجيات الادارة المتكاملة لإدارة الموارد المائية وعلى جانبي العرض والطلب لضمان الاستدامة فيها لتجنب ازمات بيئية واقتصادية وامنية قد تهدد استقرار العراق والاقليم على حد سواء.

مستقبل مؤشرات الامن المائي في العراق:- ان التنبؤ بمستقبل المؤشرات الكمية للأمن المائي يتطلب التنبؤ بمستقبل الواردات المائية وعدد السكان، والتي تنتج نصيب الفرد العراقي من المياه، ولما كانت سلسلة نصيب الفرد العراقي من المياه تعبر عن واقع اتجاه الميزان المائي العراقي، فيمكن استخدام تلك السلسلة نفسها للتنبؤ بمستقبلها باعتماد نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة، واستخدام الانموذج المقدر للتنبؤ بمستقبل نصيب الفرد العراقي من الواردات المائية. وبالتالي بالأمن المائي في العراق. وباتباع خطوات تقدير الانموذج من فحص استقرارية السلسلة لمعرفة درجة تكاملها. ومن ثم تحديد رتبة تكامل السلسلة التي تتمثل بالمستوى الذي تستقر فيه السلسلة واختبار الارتباط الذاتي وارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة التي استقرت، لتحديد رتب المتوسطات المتحركة والتخلف الزمني الذي يفسر سلوك تلك السلسة. ثم تقدير الانموذج المناسب واستخدام نتائج التقدير للتنبؤ بمستقبل تلك السلسة.



المصدر :- نتائج تحليل البيانات بحسب نتائج برنامج Eviews 10

شكل (1) اتجاه نصيب الفرد العراقي من الواردات المائية العراقية.

يتضح من الشكل (1) بان سلسلة نصيب الفرد العراقي من الوارد المائي متجه الى التناقص ويتضح بان فيها اتجاه واضح ولذلك لابد من اختبار استقرارية السلسلة لتحديد درجة تكاملها قبل تقدير نموذج ARIMA وذلك باعتماد اختبارات جذر الوحدة والمبينة نتائجها في الجدول (2).

جدول (2) نتائج اختبار جذر الوحدة للسلسة

UNIT ROOT TEST RESULTS TABLE (ADF) Null Hypothesis: the variable has a unit root		
At Level y		
With Constant	t-Statistic Prob.	-1.1563 0.6842 n0
With Constant & Trend	t-Statistic Prob.	-5.1329 0.0007 ***
Without Constant & Trend	t-Statistic Prob.	-1.4817 0.1276 n0
At First Difference d(y)		
With Constant	t-Statistic	-8.3218

	Prob.	0.0000 ***
With Constant & Trend	t-Statistic	-8.2163
	Prob.	0.0000 ***
Without Constant & Trend	t-Statistic	-8.1827
	Prob.	0.0000

المصدر (مخرجات برنامج Eviews 10) لتحليل سلسلة نصيب الفرد من المياه

تشير نتائج اختبار جذر الوحدة الى عدم استقرار السلسلة عند المستوى ، بينما تبين بان السلسلة استقرت عند اخذ الفرق الاول لها ، وان ذلك يبين ان سلسلة نصيب الفرد من الواردات المائية متكاملة من الدرجة واحد I(1). وهنا نكون بحاجة الى تحديد رتب نموذج ARIMA المناسب لتلك السلسلة من خلال تقدير الارتباط الذاتي Autocorrelation و Partial Correlation للفرق الاول، والجدول رقم يبين نتائج الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي لسلسلة الفرق الاول لسلسة نصيب الفرد للمدة 1980-2024.

جدول (3) الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي لسلسة الفرق الاول لنصيب الفرد من الواردات المائية للمدة 1980-2024

Date: 05/01/25 Time: 11:55
Sample: 1980 2024
Included observations: 44

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.34...	-0.34...	5.6444	0.018
		2	-0.27...	-0.44...	9.1658	0.010
		3	0.370	0.115	15.913	0.001
		4	-0.30...	-0.29...	20.759	0.000
		5	-0.07...	-0.20...	21.073	0.001
		6	0.176	-0.24...	22.715	0.001
		7	-0.15...	-0.23...	23.952	0.001
		8	0.058	-0.20...	24.138	0.002
		9	0.292	0.173	29.070	0.001
		1...	-0.20...	0.025	31.637	0.000
		1...	0.015	0.157	31.651	0.001
		1...	-0.07...	-0.27...	31.988	0.001
		1...	-0.10...	-0.08...	32.640	0.002
		1...	0.155	-0.06...	34.251	0.002
		1...	-0.05...	0.057	34.488	0.003
		1...	-0.01...	-0.07...	34.508	0.005
		1...	0.120	-0.05...	35.593	0.005
		1...	0.049	0.013	35.780	0.008
		1...	-0.10...	0.041	36.692	0.009
		2...	-0.09...	-0.18...	37.500	0.010

المصدر :-مخرجات برنامج Eviews 10

يتبين من الجدول اعلاه بان التجاوز في الارتباط الذاتي الذي يحدد رتبة المتوسطات المتحركة قد حصل عند المستوى 1 والمستوى 3 بينما حصل التجاوز في الارتباط الجزئي عند المستوى الثاني، ولذلك فان النماذج المقترحة ستكون كالاتي:- (partial correlation)

Arima(2 1 1) or Arima (2 1 3)

اي يقدر النموذجين ونختار الافضل بحسب معامل التحديد الاعلى وقيم اختبارات اكايك وسوارتج وكوينك الاقل.

جدول (4) نموذج ARIMA المقترح الاول

Dependent Variable: D(Y2I)
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
Date: 02/19/25 Time: 09:46
Sample: 1981 2024
Included observations: 44
Convergence achieved after 48 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.092166	0.031881	-2.890947	0.0062
AR(2)	-0.125645	0.184990	-0.679197	0.5009
MA(1)	-0.789943	0.145860	-5.415754	0.0000
SIGMASQ	0.708341	0.113003	6.268318	0.0000

R-squared	0.324760	Mean dependent var	-0.092295
Adjusted R-squared	0.274117	S.D. dependent var	1.036058
S.E. of regression	0.882709	Akaike info criterion	2.701251
Sum squared resid	31.16699	Schwarz criterion	2.863450
Log likelihood	-55.42753	Hannan-Quinn criter.	2.761402
F-statistic	6.412741	Durbin-Watson stat	1.709404
Prob(F-statistic)	0.001191		

Inverted AR Roots	-.00+.35i	-.00-.35i
Inverted MA Roots	.79	

المصدر: مخرجات برنامج Eviews 10

جدول (5) نموذج ARIMA المقترح الثاني

ARIMA(2 1 3)

Dependent Variable: D(Y2I)
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
Date: 02/19/25 Time: 09:49
Sample: 1981 2024
Included observations: 44
Convergence achieved after 89 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

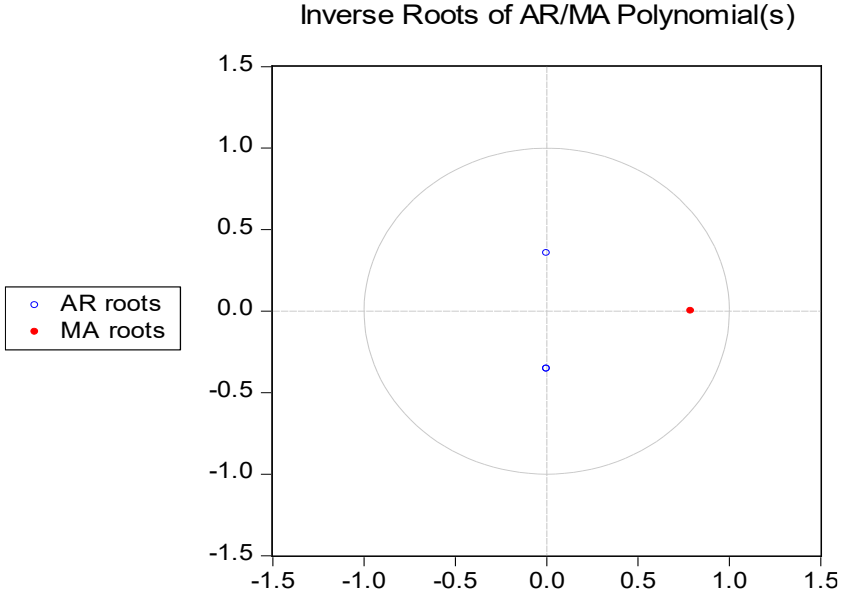
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.098175	0.227282	-0.431952	0.6681
AR(2)	-0.168796	0.150754	-1.119678	0.2695
MA(3)	0.811744	0.159398	5.092552	0.0000
SIGMASQ	0.799924	0.144546	5.534048	0.0000

R-squared	0.237457	Mean dependent var	-0.092295
Adjusted R-squared	0.180266	S.D. dependent var	1.036058
S.E. of regression	0.938038	Akaike info criterion	2.871153
Sum squared resid	35.19664	Schwarz criterion	3.033352
Log likelihood	-59.16537	Hannan-Quinn criter.	2.931304
F-statistic	4.152024	Durbin-Watson stat	2.253861
Prob(F-statistic)	0.011862		

Inverted AR Roots	-.00+.41i	-.00-.41i	
Inverted MA Roots	.47-.81i	.47+.81i	-.93

المصدر: مخرجات برنامج Eviews 10

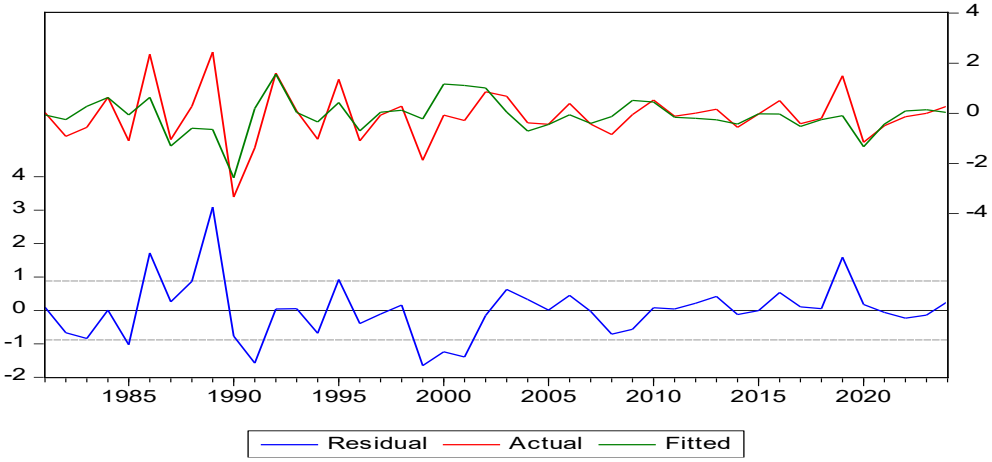
ويتضح من المقارنة بان الانموذج الاول افضل لان معامل التحديد له اعلى من نظيره في الانموذج الثاني اذ بلغ 0.32 بينما بلغ للثاني 0.23 وان اختبار اكايك وكذلك سوارتج وهانن وكوين هي الاقل في النموذج الأول، لذلك نستخدم الانموذج الاول ولا بد من اختبار استقرارية الانموذج الاول قبل استخدامه للتنبؤ باستخدام اختبار Inverse roots [20].



المصدر :- نتائج تحليل البيانات بحسب نتائج برنامج Eviews 10

شكل (2) اختبار حدود التخلف والمتوسطات المتحركة في معكوس الجذر (Inverse Roots)

وبما ان كل من الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المستخدمة في النموذج وقعت داخل الدائرة لذلك يعتبر الانموذج مستقر ويمكن استخدامه للتنبؤ، وللتأكد على صلاحية الانموذج يمكن رسم سلاسل القيم الحقيقية والمتوقعة في الانموذج لنرى فيما اذا كانت تتطابق بالمسار.

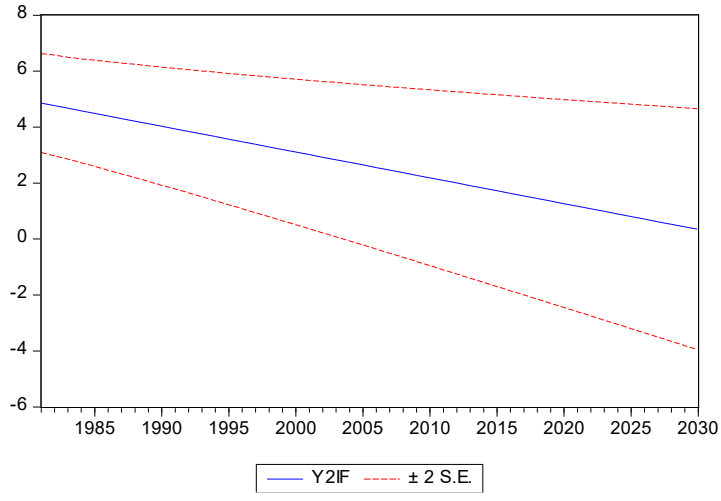


المصدر :- نتائج تحليل البيانات بحسب نتائج برنامج Eviews 10

شكل (3) يبين مسار القيم المتوقعة للفرق الاول لسلسلة نصيب الفرد والقيم المتوقعة لها.

يشير اختبار استقرارية الانموذج وتطابق مسار القيم الحقيقية مع المتوقعة الى ان الانموذج مستقر ويمكن استخدامه للتنبؤ ولذلك يمكن استخدامه للتنبؤ بالقيم المستقبلية لنصيب الفرد.

التنبؤ بنصيب الفرد :- من انموذج ARIMA المقدر والذي تجاوز الاختبارات الاساسية تم استخدامه للتنبؤ بنصيب الفرد للمدة من 1980-2030 وكما موضحة بالشكل (4) والذي يبين مدى تراجع نصيب الفرد خلال مدة الدراسة وفترة التوقع واشار معامل ثايل البالغ 0.14 الى قوة الانموذج التنبؤية لاقترابه من الصفر.

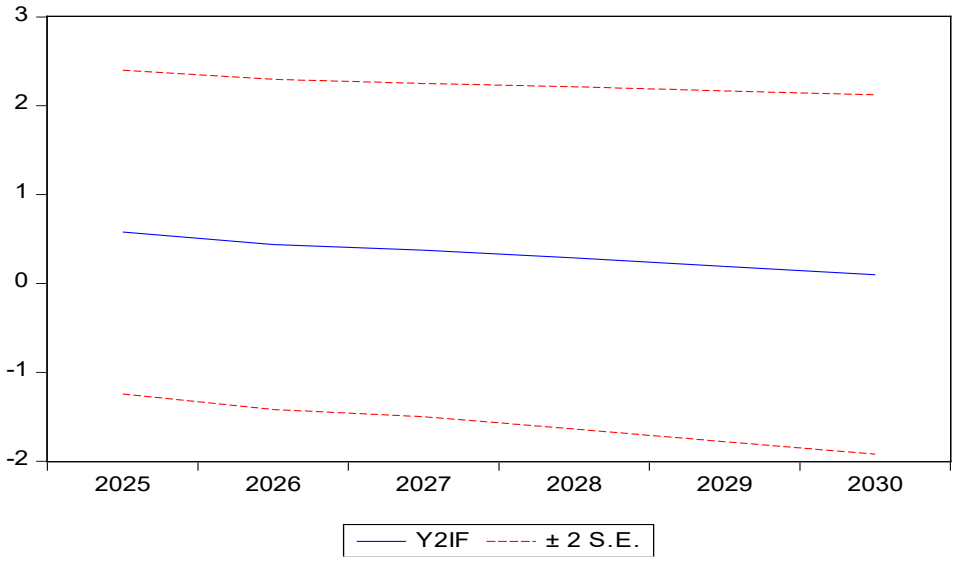


Forecast: Y2IF	
Actual: Y2I	
Forecast sample: 1980 2030	
Adjusted sample: 1981 2030	
Included observations: 44	
Root Mean Squared Error	0.900418
Mean Absolute Error	0.682189
Mean Abs. Percent Error	38.68270
Theil Inequality Coefficient	0.149363
Bias Proportion	0.166250
Variance Proportion	0.130915
Covariance Proportion	0.702835

المصدر :- نتائج تحليل البيانات بحسب نتائج برنامج Eviews 10

شكل (4) يبين مدى تراجع نصيب الفرد خلال مدة الدراسة وفترة التوقع.

وللوقوف على تقديرات نصيب الفرد للسنوات القادمة يمكن حصر التنبؤ بنصيب الفرد للمدة من 2025-2030 والشكل (5) يوضح نتائج التنبؤ.



المصدر :- نتائج تحليل البيانات بحسب نتائج برنامج Eviews 10

شكل (5) التنبؤات بمستقبل نصيب الفرد من المياه بالالف متر مكعب سنويا

ويتضح بأن القيم المتوقعة لنصيب الفرد من الوارد المائي العراقي بانها تنحصر بحدود 500 متر مكعب سنويا وذلك يعني بأن العراق سيعاني من فقر مائي في السنوات القادمة. وان ذلك يتطلب عملا جديا لإبقاء نصيب الفرد العراقي من المياه فوق خط الفقر المائي.

جدول (6) نصيب الفرد العراقي من الوارد المائي للمدة 2015-2030 الحقيقي والمتوقع بحسب نموذج ARIMA

السنوات	نصيب الفرد الحقيقي بالالف متر مكعب	نصيب الفرد المتوقع بالالف متر مكعب
2015	1.003	1.7252
2016	1.513	1.6330
2017	1.095	1.5409
2018	0.895	1.4487
2019	2.392	1.3565
2020	1.237	1.2644
2021	0.743	1.1722

2022	0.603	1.0800
2023	0.601	.9879
2024	0.89	.8957
2025	NA	.8035
2026	NA	.7114
2027	NA	.6192
2028	NA	.5270
2029	NA	.4349
2030	NA	.3427

المصدر :- نتائج تحليل البيانات بحسب نتائج برنامج Eviews 10

أظهرت نتائج الجداول أن نصيب الفرد من واردات المياه العراقية شهد تناقصًا مستمرًا منذ الثمانينات حيث انخفض نصيب الفرد من حوالي 4.95 ألف م³/سنة إلى أقل من 1 ألف م³/سنة في السنوات الأخيرة ويعود سبب هذا الانخفاض إلى عدة من عوامل منها الزيادة السكانية التي ارتفعت بشكل ملحوظ من 13.2 مليون نسمة في 1980 إلى أكثر من 45 مليون نسمة في 2024، اضافة إلى تراجع واردات العراق المائية نتيجة السياسات المائية لدول المنبع وكذلك التغيرات المناخية. ومن خلال اختبار السلسلة الزمنية باستخدام اختبار جذر الوحدة تم التأكد من عدم استقرار السلسلة مما استدعى ذلك الى استخدام نموذج ARIMA لتوقع المستقبل حيث أشارت التوقعات إلى أن نصيب الفرد من المياه سيستمر في التراجع في السنوات الثلاثة الاخيرة من هذا العقد ليصل إلى أقل من 500م³/سنة بحلول عام 2030، وهو ما ينذر بوقوع العراق ضمن منطقة الفقر المائي الحاد، وكل ذلك يؤشر حجم المشكلة التي قد يتعرض لها سكان العراق بسبب اختلال الامن المائي العراقي. مما يتطلب من الجهات المسؤولة عن ادارة ملف المياه الى اتخاذ التدابير اللازمة لمنع هذا الانحدار الشديد من جهة ورفع كفاءة استخدام المياه من جهة اخرى. كما يعتبر هذا الوضع تهديدًا خطيراً للأمن المائي الذي يؤثر بشكل مباشر على الأمن الغذائي والزراعي في البلاد. وفي ضوء ما تقدم وفي ضل هذا الانخفاض المستمر سيكون من الضروري على الحكومة العراقية أن تتبع سياسات مائية واستراتيجيات أكثر فاعلية في إدارة ملف المياه مثل استخدام تقنيات الري الحديثة وزيادة كفاءة

استخدام الموارد المائية المتاحة واستخدام مصادر مياه بديلة عن طريق التحلية وإعادة التدوير. أضافة الى ذلك يجب تعزيز دور التعاون الإقليمي والدولي مع دول الجوار لضمان تقاسم الموارد المائية بشكل عادل وكذلك تحسين البنية التحتية للموارد المائية لضمان استدامة هذه الموارد في المستقبل.

الاستنتاجات والتوصيات

يتبين بان نصيب الفرد تراجع من الوفرة المائية اذ كان نصيب الفرد يزيد على 2000 م^3 من واردات نهري دجلة والفرات. الا انه تراجع ليقع في السنوات الاخيرة تحت خط الندرة المائية ومن المتوقع ان يعاني العراق من فقر مائي حاد، وخاصة في سنوات الجفاف التي تقل فيها المعدلات المطرية في العراق وتقل كميات المياه المحصودة من مياه الامطار. ويمكن القول بان تراجع نصيب الفرد بهذه السرعة يعود الى السياسات المائية للبلدان المشتركة معه في حوضي نهري دجلة والفرات. كما اشارت تقديرات تحليل سلسلة نصيب الفرد باستخدام نموذج ARIMA الى ان السلسلة تتراجع لتبلغ قيم نصيب الفرد دون الـ 500 م^3 بحلول عام 2030 .

لذلك فان المهام الملقاة على عاتق ادارة ملف المياه في العراق ستكون متنوعه منها ما يتعلق بتحسين طرق حصاد مياه الامطار في الداخل العراقي، ومنها ما يجب ان يركز على استثمار علاقة العراق الدولية لتحسين موقفه التفاوضي وضرورة الاستفادة من القانون الدولي لدفع الدول المتشاطئة للتفاوض بخصوص نصيب العراق من واردات تلك الانهار واللجوء الى المنظمات الدولية المختصة والمهتمة بملف المياه فضلا عن الاستمرار بعرض واقع ومستقبل معانات العراقيين من تراجع الواردات المائية ، فضلا عن ضرورة ربط علاقات العراق الاقتصادية بملف المياه ، كل ذلك من اجل رفع واردات او تحصيل الاستحقاق العراقي من مياه نهري دجلة والفرات والروافد المشتركة مع دول الجوار. ان التراجع السريع بنصيب الفرد العراقي من مياه نهري دجلة والفرات يؤشر ضرورة الاهتمام بتحسين طرق استخدام المياه وخزنها بما يقلل الضائعات من جهة ويرفع من كفاءة استخدام وحدة المياه وربما يكون احد ادوات تحقيق ذلك وضع تسعيره للمياه لمنع الهدر فيه وتحسين كفاءة استخدامه.

الهوامش:

(1) صالح، شيماء تركان (2023)، الأمن المائي العراقي: بحث في الحقوق وإمكانيات الحلول، قضايا سياسية، (74)، 143-180.

(2) شاري، خالد وياسين ميسر (2021)، التنظيم القانوني لإنشاء السدود على الأنهار الدولية، مجلة قهلاي زانست العلمية، المجلد 6، العدد 4، ص236 .

(3) صالح، الأمن المائي العراقي، مصدر سابق، ص143-180 .

(4) خدام، منذر (2001)، الأمن المائي العربي: الواقع والتحديات، مجلة الدراسات الفلسطينية، المجلد (47)، العدد 12، ص 148.

(5) الطوخي، مصطفى الشحات ومنال محمد سامي (2019)، الاثار الاقتصادية للتجارة الخارجية الزراعية على الوضع المائي في مصر وامكانية ترشيده وفقا لمفهوم المياه الافتراضية، المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، المجلد (29)، العدد (2)، ص 219-232.

(6) Falkenmark, M. (1989). The massive water scarcity now threatening Africa: Why isn't it being addressed? Ambio, p: 112-118.

(7) العبيدي، خالد حسون جاسم حميد (2004)، العولمة ومستقبل الأمن المائي العربي (رسالة ماجستير غير منشورة)، المعهد العالي للدراسات السياسية والدولية، الجامعة المستنصرية، ص120.

(8) الطائي، عبد الرحمن كريم عبد الرضا (2011)، الأزمة المائية وأثرها على الإنتاج الزراعي العراقي (رسالة ماجستير غير منشورة)، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة واسط، ص160.

(9) المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (1997)، مصادر المياه واستخداماتها في الوطن العربي، أعمال الندوة العربية الثانية، الكويت، ص 54.

(10) حميدان، عدنان عباس، والجراد، خلف مطر (2006)، الأمن المائي العربي ومسألة المياه في الوطن العربي: دراسة اقتصادية إحصائية سكانية وسياسية لواقع تطور مسألة المياه وآفاقها في الوطن العربي وانعكاساتها على الأمن المائي العربي . مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والقانونية، المجلد (2)، العدد (22)، ص 57.

(11) ايوب، ناهد طلعت مهني (2021)، مدخل تكاملي لمواجهة تحديات الموارد المائية وخط الفقر المائي في مصر، (رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة الإسكندرية، ص150.

(12) United Nations. (2006). United Nations world water development report 2006. United Nations. Retrieved from https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2006

(13) المحمود، حسن خليل حسن (2009)، الموارد المائية في البصرة ومشكلاتها المعاصرة، ط 1، مطبعة دار الكتب، جامعة البصرة، ص324.

(14) Falkenmark, M. (1989). The massive water scarcity now threatening Africa: Why isn't it being addressed? Ambio, p: 112-118.
(15) Falkenmark, M. (1989). The massive water scarcity now threatening Africa: Why isn't it being addressed? Ambio, 112-118.
(16) FAO & UN-Water. (2021). Progress on the level of water stress: Global status and acceleration needs for SDG indicator 6.4.2. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
(17) UN-Water. (2019). Step-by-step guidance for indicator 6.4.2: Level of water stress: Freshwater withdrawal as a proportion of available freshwater resources.
(18) Greene, William H. (2002). *Econometric analysis* (5th ed. New York University. pp 631-645.
(19) G ujarati, Damodar Narmadashanker. (2003). *Basic econometrics* (Fourth edition, 1005 p). McGraw-Hill.pp 839-842
(20) Gugarati, Domadar N., Basic Econometrics, McGraw-Hill, Fourth Edition, 2003. p855.

المصادر:

أولا: المصادر العربية:

1- ايوب، ناهد طلعت مهني (2021)، مدخل تكاملي لمواجهة تحديات الموارد المائية وخط الفقر المائي في مصر، (رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة الإسكندرية.
2- حميدان، عدنان عباس، والجراد، خلف مطر (2006)، الأمن المائي العربي ومسألة المياه في الوطن العربي: دراسة اقتصادية إحصائية سكانية وسياسية لواقع تطور مسألة المياه وآفاقها في الوطن العربي وانعكاساتها على الأمن المائي العربي، مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والقانونية، المجلد (2)، العدد (22).
3- خدام، منذر (2001)، الأمن المائي العربي: الواقع والتحديات، مجلة الدراسات الفلسطينية، المجلد (47)، العدد 12.
4- شاري، خالد وياسين ميسر (2021)، التنظيم القانوني لإنشاء السدود على الأنهار الدولية، مجلة قهلاي زانست العلمية، المجلد 6، العدد 4.
5- صالح، شيماء تركان (2023)، الأمن المائي العراقي: بحث في الحقوق وإمكانيات الحلول، قضايا سياسية، (74).

6- الطائي، عبد الرحمن كريم عبد الرضا (2011)، الأزمة المائية وأثرها على الإنتاج الزراعي العراقي (رسالة ماجستير غير منشورة)، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة واسط.

7- الطوخي، مصطفى الشحات ومنال محمد سامي (2019)، الاثار الاقتصادية للتجارة الخارجية الزراعية على الوضع المائي في مصر وامكانية ترشيده وفقا لمفهوم المياه الافتراضية، المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، المجلد (29)، العدد (2).

8- العبيدي، خالد حسون جاسم حميد (2004)، العولمة ومستقبل الأمن المائي العربي (رسالة ماجستير غير منشورة)، المعهد العالي للدراسات السياسية والدولية، الجامعة المستنصرية.

9- المحمود، حسن خليل حسن (2009)، الموارد المائية في البصرة ومشكلاتها المعاصرة، ط 1، مطبعة دار الكتب، جامعة البصرة.

10- المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (1997)، مصادر المياه واستخداماتها في الوطن العربي، أعمال الندوة العربية الثانية، الكويت.

ثانيا: المصادر الأجنبية:

1. Falkenmark, M. (1989). The massive water scarcity now threatening Africa: Why isn't it being addressed? Ambio,
2. FAO & UN-Water. (2021). Progress on the level of water stress: Global status and acceleration needs for SDG indicator 6.4.2. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
3. Greene, William H. (2002). Econometric analysis (5th ed., Vol. 1). New York University.
4. G ujarati, Damodar Narmadashanker. (2003). *Basic econometrics* (Fourth edition, 1005 p). McGraw-Hill.
5. United Nations. (2006). United Nations world water development report 2006. United Nations. Retrieved from https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2006
6. UN-Water. (2019). Step-by-step guidance for indicator 6.4.2: Level of water stress: Freshwater withdrawal as a proportion of available freshwater resources.