التطور التكنولوجي وحوكمة الموارد المائية في العراق: إستراتيجيات مواجهة التغيرات المناخية

م.م شيماء محمد ناصر

كلية العلوم السياسية – جامعة بغداد

Shaima.mohammed@copolicy.uobaghdad.edu.iq

https://doi.org/10.61884/hjs.v14i56.658

ملخص :

يواجه العراق تحديات مائية خطيرة نتيجة التغيرات المناخية، مثل انخفاض معدلات هطول الأمطار، ارتفاع درجات الحرارة، وزيادة معدلات الجفاف والتصحر، فهذه التحديات تتطلب إستراتيجيات فعالة لإدارة الموارد المائية بشكل مستدام، وهو ما يمكن تحقيقه من خلال تبني التطورات التكنولوجية الحديثة في مجال الحوكمة البيئية ، و يركز هذا البحث على دور التحول الرقمي والتقنيات الذكية في تعزيز كفاءة إدارة المياه، إذ يمكن لتطبيقات الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، الاستشعار عن بعد، وتحليل البيانات الضخمة أن تُسهم في تحسين مراقبة مصادر المياه، التنبؤ بموجات الجفاف، وتطوير أنظمة ري ذكية تقلل من الهدر المائي، كما يناقش البحث أهمية استخدام الطاقة المتجددة في مشاريع تحلية المياه ومعالجة الصرف الصحي، ودور البلوك تشين في تعزيز الشفافية في توزيع الموارد المائية.

الكلمات المفتاحية: الحوكمة، العراق، التغير المناخي، التحول الرقمي، الذكاء الاصطناعي، البلوك تشين

Technological Development and Water Resources Governance in Iraq: Strategies for Confronting Climate Change

Assistant Lecturer : Shaima Mohammed Nasser
College of Political Science – University of Baghdad
Shaima.mohammed@copolicy.uobaghdad.edu.iq

ABSTRACT

Iraq faces severe water challenges as a result of climate change, including declining rainfall rates, rising temperatures, and increasing levels of drought and desertification. These challenges necessitate effective strategies for sustainable water resource management, which can be achieved through the adoption of modern technological advancements in environmental governance. This study focuses on the role of digital transformation and smart technologies in enhancing the efficiency of water management. Applications of artificial intelligence, the Internet of Things (IoT), remote sensing, and big data analytics can significantly improve the monitoring of water sources, forecasting of drought waves, and development of smart irrigation systems that minimize water waste.

KEYWORDS: Governance, Iraq, Climate Change, Digital Transformation, Artificial Intelligence, Blockchain.

المقـدمة:

تواجه الدول النامية تحديات متزايدة في إدارة الموارد الطبيعية نتيجة لتغيرات مناخية متسارعة ونمو سكاني متصاعد، وتأتي الموارد المائية في مقدمة هذه التحديات نظراً لأهميتها الحيوية في الأمن الغذائي والاستقرار المجتمعي. ويعد العراق من الدول التي تعاني من أزمة مائية متفاقمة بفعل عوامل داخلية وخارجية، أبرزها التغيرات المناخية، وغياب السياسات المائية المستدامة، والتأثيرات السياسية لسدود دول الجوار.

في ظل هذا الواقع، برزت أهمية التطور التكنولوجي كأداة إستراتيجية يمكن أن تُسهم في تحسين حوكمة الموارد المائية عبر آليات مراقبة ذكية، ونظم معلومات جغرافية، وتقنيات

تنبؤية تساعد في اتخاذ القرار، كما أن دمج التكنولوجيا ضمن الخطط الوطنية لإدارة المياه يمثل أحد المحاور الرئيسة لمواجهة الآثار السلبية للتغير المناخي، ويسعى هذا البحث إلى تحليل العلاقة بين التطور التكنولوجي وحوكمة الموارد المائية في العراق، عبر استكشاف مدى توظيف التكنولوجيا الحديثة كأداة لمعالجة تحديات التغير المناخي وضمان استدامة المياه للأجيال القادمة.

أهمية البحث: تكمن أهمية هذا البحث في تسليط الضوء على أهمية دمج التكنولوجيا ضمن إطار الحوكمة البيئية، لاسيما في بلد مثل العراق يعاني من أزمات مائية متكررة ومزمنة، كما يُسهم البحث في فتح آفاق جديدة للتخطيط الإستراتيجي المستند إلى الابتكار التكنولوجي لمجابهة تحديات التغير المناخي، وهو ما يعزز من قدرة صانعي القرار على بناء سياسات أكثر فعالية واستدامة.

أهداف البحث: يرمي البحث الى: توضيح المفاهيم النظرية للتطور التكنولوجي والحوكمة المائية،تحليل واقع الموارد المائية في العراق والتحديات المرتبطة بها،استعراض التطبيقات التكنولوجية الممكنة لمعالجة أزمة المياه، تقديم رؤى إستراتيجية لتكامل التكنولوجيا في سياسات المياه بالعراق.

إشكالية البحث: في ظل تنامي التحديات المناخية والبيئية التي تواجه العراق، يبرز سؤال محوري: إلى أي مدى يمكن للتطور التكنولوجي أن يُسهم في تحسين حوكمة الموارد المائية في العراق، وما هي الإستراتيجيات الملائمة لتوظيف هذه التكنولوجيا في مواجهة التغيرات المناخية؟

فرضية البحث: يفترض البحث أن الاعتماد على التكنولوجيا الحديثة في إدارة الموارد المائية من شأنه أن يعزز فعالية الحوكمة البيئية في العراق، ويسهم في تقليل آثار التغيرات المناخية، شريطة توفر الإرادة السياسية والبنية التحتية المؤسسية اللازمة.

منهج البحث: تناول البحث المنهج الوصفي، فضلاً عن المنهج التحليلي والإحصائي في قراءة البيانات ومناقشتها، مستنداً إلى مراجعة الأدبيات، التقارير الدولية، والدراسات السابقة.

اولاً: الإطار النظري والمفاهيمي

١- تعريف التطور التكنولوجي

تُعد العلاقة بين البيئة والتقنية علاقة تاريخية فطالما حاول الإنسان توظيف الأفكار والإبداع والابتكار في مواجهة صعوبات البيئة المحيطة به ولجعلها أكثر ملائمة للعيش والرفاهية.

التكنولوجيا هي كلمة إغريقية مشتقة من كلمتين هما (techno) وتعني مهارة فنية، وكلمة (logos) وتعنى علما ودراسة، وعند دمج الكلمتين فإن معنى مصطلح تكنلوجيا هو تنظيم المهارة الفنية، أما التطور التكنولوجي فهو : عملية مستمرة تهدف إلى تطوير وتحسين الأدوات والأنظمة والعمليات التقنية لتلبية احتياجات الإنسان وتحسين جودة الحياة[١] ، وفي سياق التغيرات المناخية، أصبح لهذا التطور دور محوري في تعزيز الحوكمة البيئية وتحقيق الاستدامة، وفقًا للمبادرة العالمية للاستدامة الإلكترونية (GeSI)، فإن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات تمتلك القدرة على تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بنسبة تصل إلى ٢٠٪ بحلول عام ٢٠٣٠ من خلال تحسين كفاءة استخدام الطاقة وتعزيز الممارسات الذكية،كما يسهم الذكاء الاصطناعي وتحليلات البيانات الضخمة في إدارة جودة المياه والهواء، وتطوير أنظمة الإنذار المبكر للكوارث البيئية، وتحسين اتخاذ القرار البيئي ، فضلاً عن ذلك، يُسهم التحول الرقمي في تقليل الاعتماد على الورق، وتعزيز الوعي البيئي من خلال وسائل التواصل الاجتماعي، مما يُسهم في مكافحة المعلومات المضللة حول التغير المناخي[٢] ، و تُعد هذه الابتكارات ضرورية لاسيما في دول مثل العراق، إذ تُواجه تحديات كبيرة في إدارة الموارد المائية بسبب التغيرات المناخية، مما يستدعي تبني إستراتيجيات تكنولوجية متقدمة لتعزيز الاستدامة البيئية.

٢- تعريف التغير المناخي

يُشير إلى التغيرات طويلة الأجل في درجات الحرارة وأنماط الطقس على سطح الأرض، والتي تحدث بشكل طبيعي أو نتيجة للنشاط البشري ، ففي السنوات الأخيرة، أصبحت التغيرات المناخية التي يسببها النشاط البشري، مثل الاحتباس الحراري والتلوث من أكبر التحديات

(١) علي صباح محمد، عبد الرحمن محمد عيسى،" توظيف التكنولوجيا الحديثة في مؤسسات الدولة (العراق انموذجاً) ، "مجلة كلية دجلة الجامعة، (كلية دجلة الجامعة، العدد الثالث، المجلد السابع، أيلول: ٢٠٢٤)، ص٥٦١.

(2) Global e- Sustainability Initiative (GESI), # SMARTTER2030: ICT solutions for 21st century challenge (Brussels: global e-sustainability 2015), p8-9. https://smarter2030.gesi.org/downloads/Full_report.pdf.

البيئية ، و تؤثر هذه التغيرات في النظم البيئية والموارد الطبيعية، بما في ذلك الموارد المائية، وتؤدي إلى تهديدات مثل الجفاف، الفيضانات، وزيادة التهديدات للأمن المائي[١] ، و من أبرز آثار هذا التغير ما يحدث في الغلاف الجليدي (cryosphere)، إذ تشير الدراسات إلى حدوث انخفاض عالمي واسع النطاق في الغطاء الثلجي والجليدي، بما في ذلك الأنهار الجليدية والتربة الصقيعية، ومن المتوقع أن يستمر هذا الانخفاض خلال القرن الحادي والعشرين، ما يؤدي إلى تغيّرات كبيرة في تدفق المياه العذبة، خاصة في المناطق الجبلية ، فعلى الرغم من أن ذوبان الأنهار الجليدية قد يؤدي مؤقتًا إلى زيادة التدفق النهري، إلا أن الانخفاض المستمر في كتلة الجليد يؤدي في المدى البعيد إلى انخفاض الجريان الأساسي وتذبذب في تدفق الأنهار، وتغير في توقيت ذروة الجريان الموسمي ، وتؤدي هذه التحولات إلى تفاقم مشكلة الإجهاد المائي (Water Stress) ،إذ تُعد من أكبر التحديات التي ستواجه العالم في القرن الحادي والعشرين، خصوصًا في ظل زيادة استخدام المياه بمعدل يفوق ضعف معدل نمو السكان خلال القرن الماضي ، كما أن تغير المناخ سيؤدي إلى تفاوت موسمي في توافر المياه، ما يزيد من حدة الأزمة في المناطق التي تعاني أصلًا من ندرة مائية، ويهدد مناطق أخرى كانت تُعرف بغزارة مواردها المائية[٢].

٣- تعريف حوكمة الموارد المائية

بدء استخدام مصطلح الحوكمة منذ بداية التسعينات، وأصبح من ضمن المصطلحات المستعملة من قبل الهيئات المالية والتنموية والعالمية[٣]، أما مصطلح (حوكمة المياه) ظهر لأول مرة في المؤتمر الدولي حول المياه والبيئة الذي عقد في دبلن عام ١٩٩٢[٤]، ويُقصد به (**مجموعة النظم السياسية والاجتماعية والاقتصادية والإدارية التي تهدف إلى تطوير**

(١) الأمم المتحدة، ما هو تغير المناخ، تاريخ زيارة الموقع: ٢٣ تشرين الأول ٢٠٢٥، https://www.un.org/ar/climatechange/what-is-climate-change .

(2) UNESCO, Un- Water, the United Nations world water development report2020: water and climate change (Paris, UNESCO,2020), p16. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372985.locale=en

(٣) بوزيان العربي، جلطي غالم، "مفهوم الحوكمة: عوامل ظهورها ومرتكزاتها، ومجالات استخداماتها،" مجلة المالية والأسواق (العدد ٢، المجلد ٨، أيلول ٢٠٢١)، ص٤٢٩.

(٤) صيد ماجد، رقايق فاطمة الزهراء، أهمية الحوكمة المائية في تعزيز الأمن المائي تجارب دولية في مجال إعادة تدوير المياه العادمة؛ فصل من كتاب حوكمة إدارة المياه بين الواقع واستراتيجيات التنمية (برلين: المركز الديمقراطي العربي ،٢٠٢١)، ص١٠٦.

الموارد المائية وإدارتها، فضلاً عن تقديم خدمات المياه بكفاءة وعدالة)، وقد شدد برنامج الأمم المتحدة الإنمائي على أن حوكمة المياه تشمل الآليات والعمليات والمؤسسات التي سمح لإصحاب المصلحة بمن فيهم المواطنون ومجموعات المصالح، تحديد الأولويات، وممارسة الحقوق القانونية والوفاء بالالتزامات، والتفاوض لحل الخلافات ، وتسند حوكمة المياه على أربع ركائز: الأبعاد الاجتماعية، والاقتصادية، والبيئية، والسياسية ، إذ يشير البعد الاجتماعي إلى الاستعمال المنصف للمياه ، في حين يقصد بالبعد الاقتصادي : ترشيد استهلاك المياه ودور المياه في النمو الاقتصادية، أما البعد السياسي فيتمثل في طرح فرص ديمقراطية متكافئة أمام جميع أصحاب المصلحة للتأثير ومراقبة العمليات والنتائج السياسية ، أما البعد البيئي يشير إلى الاستخدام المستدام للمياه وسلامة النظام البيئي مع التركيز على الدور الأساسي من أجل الحفاظ على بيئة صحية ومنع تدهور المياه وبالتالي يمنع التهديدات التي تشكل خطراً على الاستدامة البيئية والصحة العامة[١].

استنادًا للتقرير السادس لتوقعات حالة البيئة العالمية لمنطقة غرب آسيا (GEO-6)، تم تصنيف العراق بأنه من أكثر الدول تأثراً بأزمة التغير المناخي

ثانياً: التحديات التي تواجه الموارد المائية في العراق

١- التحديات البيئية والمناخية

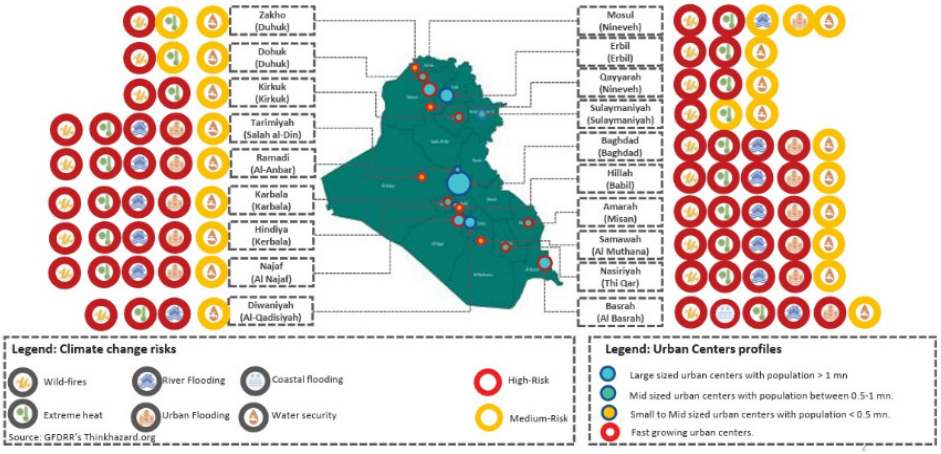
يُعد التغير المناخي ظاهرة عالمية تؤثر بشكل كبير على العديد من المناطق حول العالم، ويواجه العراق تحديات بيئية متعددة نتيجة لهذه الظاهرة ، واستنادًا للتقرير السادس لتوقعات حالة البيئة العالمية لمنطقة غرب آسيا (GEO-٦)، تم تصنيف العراق بأنه من أكثر الدول تأثراً بأزمة التغير المناخي[٢] ، إذ شهدت محافظات العراق مخاطر ظواهر التغيرات المناخية العنيفة مثل درجات الحرارة العالية، وعدم كفاية الأمطار ونقص هطولها وكما موضح في الشكل رقم (١)[٣].

(1) United Nations Development Program, Water Governance for Poverty Reduction (New York, United Nations Development Program,2004) p10.

(٢) برنامج الأمم المتحدة للبيئة، تقرير توقعات البيئة العالمية جيو-٦ التقييم الإقليمي السادس لمنطقة غرب آسيا (نيروبي:برنامج الأمم المتحدة للبيئة،٢٠١٦)، ص٤٧. https://www.unep.org/resources/report/geo-6-global-environment-outlook-regional-assessment-west-asia

(3) World bank group, Country climate and development report: Iraq (Washington: World bank group, November 2022), p6.

شكل رقم (١) المخاطر المناخية والطبيعة المحتملة في العراق



المصدر: World bank group, Country climate and development report: Iraq (Washington: World bank group, November 2022) , p6.

أ- **انخفاض معدلات هطول الأمطار:** تمتاز الأمطار في العراق بشكل عام بعدم انتظام توزيعها من حيث الزمان والمكان، إذ تختلف كميات الأمطار في محطات الأنواء الجوية حسب العوامل الجغرافية والارتفاع عن سطح البحر، تشير بيانات المحطات المناخية إلى تراجع ملحوظ في كمية الأمطار السنوية، فضلاً عن ذلك انخفاض عدد الأيام الممطرة بشكل عام، وفقًا للتوقعات المستقبلية التي تم التوصل إليها من خلال التحليلات الإحصائية، يتوقع أن ينخفض المتوسط السنوي لسقوط الأمطار بنسبة ١٠٪ بحلول عام ٢٠٥٠، كما يتوقع انخفاض معدل الجريان السطحي بنسبة ٢٢٪[(١)]، فإن هذا التراجع في كمية الأمطار يؤدي إلى توسيع الفجوة بين العرض والطلب، ومن المتوقع أن تصل إلى (١٠,٩) مليارات متر مكعب بحلول عام (٢٠٣٥)، فضلاً عن الآثار الخطيرة على تغذية الأنهار والموارد المائية الأخرى؛ ما يؤدي إلى تقليص المساحات الزراعية وزيادة الضغط على الاحتياطات المائية المتاحة، إذ يظهر الجدول رقم (١) تراجعًا ملحوظًا في مناسيب المياه في السدود والبحيرات (الخزانات) بتاريخ ٢٠٢٢/١٠/١ مقارنة بنفس التاريخ لعام ٢٠٢١، إذ بلغ مجموع الخزين الحي في ٢٠٢٢/١٠/١ نحو ١١,٥١ مليار متر مكعب، مقارنة بـ ٢٦,٧٩ مليار متر مكعب في نفس التاريخ من العام ٢٠٢١، مما يعكس التأثيرات الواضحة لتناقص الأمطار على الموارد المائية في البلاد[(٢)].

(1) Ibid, p1415-.

(٢) جمهورية العراق، وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، قسم إحصاءات البيئة، الإحصاءات البيئية للعراق كمية ونوعية المياه لسنة ٢٠٢٢(مديرية المطبعة: الجهاز المركزي للإحصاء، تموز ٢٠٢٣)، ص٢٥.

جدول رقم (١)

مناسيب الخزن المتحققة في السدود والبحيرات (الخزانات) بتاريخ ٢٠٢٢/١٠/١ مقارنة مع نفس التاريخ لسنة ٢٠٢١

الحوض	السد أو البحيرة	المتحقق في ٢٠٢١/١٠/١		المتحقق في ٢٠٢٢/١٠/١	
		المنسوب (م)	الخزين الحي (مليار م٣)	المنسوب (م)	الخزين الحي (مليار م٣)
حوضي دجلة والفرات	سد الموصل	٣١٧,١٦	٦,١٥	٣٠٩,٨٩	٤,٢٦
	سد حديثة	١٤٠,٤١	٥,٣٨	١٢٨,٨٩	٢,١٢
	بحيرة الثرثار	٤٨,٦٢	١٠,٢٢	٤٣,٤١	١,٤٤
	بحيرة الحبانية	٤٧,٠٦	١,٠٨	٤٢,٥٠	٠,٠٠
	إجمالي		**٢٢,٨٣**		**٧,٨٢**
الزاب الأسفل	سد دوكان	٤٩١,٥١	٢,٤٤	٤٩٠,١١	٢,٢٣
حوض العظيم	سد العظيم	١١٧,٢٤	٠,٤٢	١١٥,٢٢	٠,٣٣
ديالى	سد دربندخان	٤٦١,١١	٠,٩٩	٤٦١,٤٣	١
	سد حمرين	٨٨,٩٧	٠,١	٨٩,٩٣	٠,٣١
	إجمالي		١,٠٩		١,١٣
الخزن الحي لغاية المنافذ السفلى (مليار م٣)			٢٦,٧٩		١١,٥١

المصدر: جمهورية العراق، وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، قسم إحصاءات البيئة، الإحصاءات البيئية للعراق كمية ونوعية المياه لسنة ٢٠٢٢(مديرية المطبعة: الجهاز المركزي للإحصاء، تموز ٢٠٢٣)، ص٢٥.

ب- **ارتفاع درجات الحرارة:** تتمثل التحديات الرئيسة التي تواجه العراق بسبب التغير المناخي في موجات الحر وارتفاع درجات الحرارة، إذ وصل الارتفاع بمقدار (٠,٧) م° عما كانت عليه قبل مئة عام، ومن المتوقع أن يرتفع متوسط درجات الحرارة خلال المئة عام القادمة بمقدار (٢-٣ م°) [١]، وقد تزداد حالات ارتفاع درجات الحرارة الشديدة (فوق الـ ٥٠ م°) في بعض المناطق بحلول عام ٢٠٥٠ ،إذ يؤدي هذا الارتفاع إلى زيادة في التبخر من البحيرات والخزانات المائية، مما يُقلل من كميات المياه المتوفرة، ويؤثر بشكل سلبي على الزراعة وتوفير المياه الصالحة للشرب[٢].

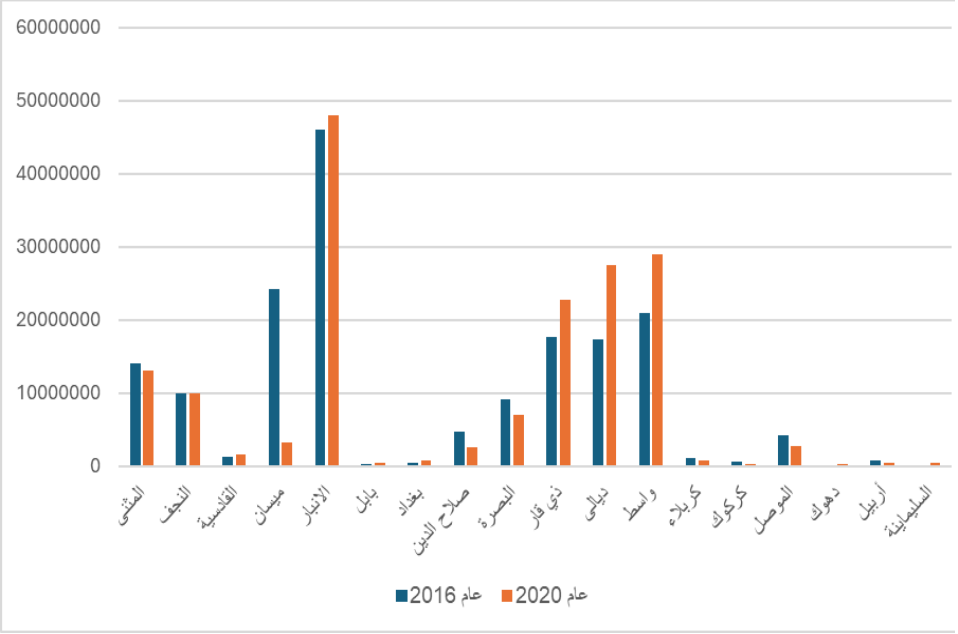
ج- **زيادة معدلات الجفاف والتصحر:** يواجه العراق أكبر التحديات البيئية في تاريخه، تتمثل بالتصحر الشديد والجفاف، والتي تعرض أمنه الغذائي للخطر، ولها نتائج بيئية واقتصادية واجتماعية وحضارية وخيمة أبرزها فقدان الأراضي المنتجة وتحرك الكثبان الرملية وهبوب العواصف الرملية والترابية الشديدة وما ينتج عنها من زيادة تلوث الهواء، حيث ارتفعت نسبة الأراضي المهددة بالتصحر للعام (٢٠١٦-٢٠٢٠) في المحافظات (بغداد، واسط، ديالى، الانبار، بابل، القادسية، السليمانية، دهوك) وكما موضح في الشكل رقم (٢) [٣]

(1) World bank group, climate change knowledge portal, observed climatology of average mean surface air temperature, accessed : 52025-9-, https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/iraq/climate-data-historical

(2) Muntasser Majeed Hamed, Shojaa Mahmoud khalaf, "climate change and societal stability in Iraq: proposed measures," journal of Ecohumanism , (no:1, volume:4, 2025) , p4714, https://doi.org/10.62754/joe.v4i1.6368

(٣) دعاء فلاح الدباغ، نسبة الأراضي المتصحرة والمهددة بالتصحر في العراق لسنتين (٢٠١٦-٢٠٢٠) (مجلس النواب العراقي، دائرة البحوث، قسم البحوث والدراسات النيابية: تقرير، حزيران ٢٠٢٢)، ص٤.

الشكل رقم (٢) مساحة الأراضي المهددة بالتصحر بالدونم لمحافظات العراق لسنة (٢٠١٦-٢٠٢٠)



المصدر: دعاء فلاح الدباغ، نسبة الأراضي المتصحرة والمهددة بالتصحر في العراق لسنتين (٢٠١٦-٢٠٢٠) (مجلس النواب العراقي، دائرة البحوث، قسم البحوث والدراسات النيابية: تقرير، حزيران ٢٠٢٢)، ص ٤.

٢- تحديات حوكمة المياه

تُعد أزمة اختلال الميزان المائي في العراق في جوهرها انعكاساً للقصور في ممارسات الحوكمة، إذ تتجلى في عدة جوانب، من بينها: الفشل في تأمين كميات كافية من المياه للمناطق الفقيرة والمهمّشة، ضعف التشريعات ذات الصلة بالمياه، تردي البنية التحتية، وعدم القدرة على تحقيق التوازن بين الاحتياجات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، كما يُضاف إلى ذلك ضعف أدوات الدبلوماسية المائية مع دول الجوار. وعليه، سيتم تناول التحديات المتعلقة بحوكمة المياه في العراق من خلال بُعدين أساسيين: التحديات الداخلية المرتبطة بالإدارة الوطنية للموارد المائية، والتحديات الخارجية المرتبطة بالعلاقات الإقليمية وتقاسم المياه مع الدول المجاورة.

أ- **التحديات الداخلية**

- **غياب التطبيق الفّعال لنظام تخصيص المياه:** يعاني العراق من ضعف واضح في نظام تخصيص المياه، بالرغم من وجود إستراتيجية الموارد المائية والأراضي التي تهدف إلى توزيع المياه بناءً على احتياجات المحافظات ، إلا أن هذه الإستراتيجية لم تنفذ بالشكل المطلوب، إذ يسود التطبيق العملي طابع المصالح السياسية من خلال الإفادة من المكاسب قصيرة الإجل التي تظهر في إطار ولاية القادة السياسيين مثل المحافظة على مجاري الري في المحافظات ذات النشاط الزراعي الكثيف أو إجراء اختبارات جودة المياه في المحطات الهيدرولوجية الرئيسة، فضلاً عن ذلك، تستمر ممارسات الري بالغمر، ما يفاقم أزمة الهدر المائي وتدهور الأراضي الزراعية، ويؤدي هذا الوضع إلى توترات بين المحافظات، خصوصاً بين المناطق العليا التي تستهلك المياه والمناطق السفلى مثل البصرة التي تعاني من نقص حاد وتلوث[1].
- **فشل اللامركزية في دعم الحوكمة المحلية للمياه:** رغم تبني العراق لسياسة اللامركزية من خلال قانون المحافظات رقم (٢١) لسنة ٢٠٠٨ والمادتان (١١٤،١١٥) من الدستور العراقي، إذ نصت المادة (١١٤/سابعاً) على:» رسم سياسة الموارد المائية الداخلية، وتنظيمها بما يضمن توزيعاً عادلاً لها، وينظم ذلك بقانون»، أما المادة (١١٥) تشير إلى الصلاحيات التي تتمتع بها الأقاليم والمحافظات، وتنص صراحة على أن الصلاحيات التي لا يشار اليها كصلاحيات حصرية للحكومة الاتحادية هي من سلطات الأقاليم والمحافظات[2]، إلا أن التطبيق العملي، تفتقر المحافظات إلى الاستقلالية والسيطرة على العمليات الأزمة لتنفيذها، مما أدى إلى تناقضات واضحة بين توزيع الصلاحيات والمسؤوليات والموارد المالية فالسلطات المحلية غالباً ما تفتقر إلى الإمكانيات البشرية والمالية اللازمة لتنفيذ مشاريع المياه، وتظل مرتبطة بالموافقة والدعم من الحكومة المركزية في بغداد ، الأمر الذي يعطل إنجاز المشاريع الخدمية بشكل سريع وفعال، كما أن

تفتقر المحافظات إلى الاستقلالية والسيطرة على العمليات الأزمة لتنفيذها، مما أدى إلى تناقضات واضحة بين توزيع الصلاحيات والمسؤوليات والموارد المالية

(1) Tobias von Lossow et al., water governance in Iraq enabling a gamechanger (The Hague: water, peace and security partnership (WPS), September 2022), p45-.

(٢) مجلس النواب، الدائرة الإعلامية، دستور جمهورية العراق (ط٨: بغداد، ٢٠١٧)، ص ٧٦-٧٧.

غياب التنسيق بين الوزرات المركزية والمحافظات يعمق حالة التنازع والصراع المؤسسي، ما ينعكس سلباً على استقرار الخدمات المائية في المناطق.

- **ضعف التمويل وتدهور البنية التحتية للمياه:** تعاني البنية التحتية المائية في العراق من تدهور شديد نتيجة سنوات من النزاعات والإهمال المزمن، ونقص التمويل، إذ لا تستحوذ وزارة الموارد المائية إلا على نسبة أقل من (١٪) من إجمالي الميزانية الوطنية في مقابل أولوية واضحة لقطاعات أخرى مثل الأمن، هذا الخلل في التوزيع المالي أدى إلى تأخير في صيانة وتحديث شبكات توزيع المياه، ومعالجة الصرف الصحي، وزيادة الاعتماد على شبكات قديمة وغير فعالة، وتنعكس هذه الأزمة بشكل خاص في القطاع الزراعي الذي يُمثل المستهلك الأكبر للمياه، إذ يعتمد على نظم ري مهدرة وغير مستدامة، ما يؤدي الى تفاقم مشكلات التملح، والتصحر، وانخفاض الإنتاجية[١].
- **افتقار العراق لرؤية وطنية موحدة ومستدامة لإدارة المياه:** رغم وجود العديد من الخطط والسياسات القطاعية، إلا أن العراق يفتقر إلى رؤية وطنية شاملة ومنسقة لإدارة موارده المائية بشكل مستدام، تتسم عملية حوكمة المياه بغياب التنسيق بين الجهات الحكومية، وبتعدد القوانين غير المترابطة، والمؤسسات المتداخلة الصلاحيات، ما يؤدي إلى اتخاذ قرارات متضاربة وغير فعالة، كما أن ضعف الشفافية والمساءلة، إلى جانب هيمنة الاعتبارات السياسية على اتخاذ القرار، يحدّ من فعالية السياسات الحالية، هذا الوضع يعوق قدرة الدولة على الاستجابة للتحديات المستقبلية المرتبطة بالنمو السكاني المتزايد في العراق، زادت معدلات الطلب على المياه بشكل ملحوظ، ولاسيما في القطاعات الزراعية والصناعية، ويُعد القطاع الزراعي من أكبر مستهلكي المياه في العراق، إذ يُستخدم حوالي ٨٠٪ من المياه المتاحة في الزراعة، وندرة المياه، وتغير المناخ[٢].

ب- التحديات الخارجية

تستند الموارد المائية في العراق بشكل رئيس على نهري دجلة والفرات، اللذين ينبعان من تركيا في الشمال ويتجهان نحو الجنوب كما موضح في الخارطة رقم (١)، إذ يلتقيان في منطقة القرنة لتشكيل شط العرب، ويعد مصدر المياه الأساسي لهذين النهرين هو تركيا،

(1) Tobias von Lossow et al, op. cit, p5.

(2) Ibid, p4.

التي تُسهم بنسبة ٧١٪ من مجموع المياه، تليها إيران بنسبة ٧٪، ثم سوريا بنسبة ٤٪، والمتبقي من داخل العراق[١]، فعند تحليل هذه النسب، يتضح أن ١٠٠٪ من مياه نهر الفرات و٦٧٪ من مياه نهر دجلة تأتي من خارج الحدود العراقية، فإن السياسات المائية المتبعة من قبل دول الجوار تؤثر بشكل كبير على تدفق المياه إلى العراق، خصوصاً في المناطق الجنوبية، إذ شهد تدفق مياه نهري دجلة والفرات انخفاضاً كبيراً بنسبة (٢٩٪) و (٧٣٪) على التوالي[٢].

- **تركيا:** تتبع سياسة مائية تعد نهري دجلة والفرات (أنهارًا داخلية عابرة للحدود)، وترى أن لها السيادة الكاملة عليهما، رافضة الاعتراف بهما كأنهار دولية، بدأت منذ سبعينيات القرن الماضي بتنفيذ مشروع جنوب شرق الأناضول (GAP)، أحد أضخم المشاريع في المنطقة، ويشمل بناء ١٩ سدًا و٢٢ محطة لتوليد الكهرباء، ويغطي أكثر من ٧٣ ألف كيلومتر مربع[٣]،و من بين هذه المشاريع، يُعد (سد إليسو) الأكثر خطورة بالنسبة للعراق، إذ تم بناؤه على نهر دجلة قرب الحدود العراقية دون أي تنسيق، ما أدى إلى تقليص كبير في الواردات المائية نحو العراق، وانعكس سلبًا على الزراعة والبطالة والنزوح الريفي. تركيا تستخدم هذه المشاريع كورقة ضغط سياسي واقتصادي، مستندة إلى رؤيتها بأن لها الحق الكامل في موارد المياه داخل أراضيها، وترفض توقيع اتفاقيات ملزمة لتقاسم المياه، كما تدمج في سياستها المائية مخاوفها الأمنية من النشاط الكردي في شمال العراق[٤].
- **إيران:** تنتهج سياسة أحادية الجانب تجاه الموارد المائية المشتركة مع العراق، إذ استغلت غياب اتفاقيات مائية ملزمة لتنفيذ سلسلة من المشاريع التي أثرت بشكل مباشر على الأمن المائي العراقي، قامت إيران بتجفيف نهر الزاب الأسفل، الذي كان آخر نهر عابر للحدود مع العراق، كما حوّلت مجرى نهر الكارون بالكامل إلى داخل الأراضي الإيرانية، ما أدى إلى زيادة ملوحة شط العرب وضرر كبير بالزراعة في جنوب العراق، خصوصاً (البصرة والفاو)، كما شملت تدخلاتها تحويل مجاري نهر الوند

(١) عبد الرزاق حمزة عبد الله، «أزمة المياه في العراق: التحديات واشكالية الحلول،» مجلة دراسات دولية (جامعة بغداد، العدد تسعة وتسعون، تشرين الأول ٢٠٢٤)، ص ٢٦٣.

(٢) شيماء محمد ناصر، «المرأة العراقية في ظل التغير المناخي: التحديات والمعوقات واستراتيجيات التمكين،» مجلة قضايا سياسية، (جامعة النهرين، العدد ٧٦، اذار ٢٠٢٤)، ص٢٤٣.

(٣) عبد الرزاق حمزة عبد الله، مصدر سبق ذكره، ص٢٥٩.

(٤) عمر هاشم ذنون ، «الادراك الاستراتيجي العراقي في إدارة مخاطر ازمة المياه الواقعية والمستقبلية،» مجلة دراسات إقليمية (جامعة الموصل، العدد ٦٠، المجلد١٨، نيسان ٢٠٢٤) ص٦٥-٦٦.

ونهر سيروان، مما قلل من تدفق المياه نحو العراق، وإيران، رغم توقيعها اتفاقيات مياه مع دول مثل باكستان وأفغانستان وتركمانستان، لم توقع أي اتفاقية مشابهة مع العراق، بسبب الانشغال العراقي بالحروب والصراعات الداخلية لتثبيت واقع جديد على الأرض يخدم مصالحها المائية[١].

- **سوريا:** اتبعت سوريا سياسة مائية مزدوجة قائمة على تحقيق التنمية الداخلية واستخدام المياه كورقة ضغط سياسية، في إطار تنميتها الاقتصادية، نفذت سوريا (مشروع سد الطبقة) على نهر الفرات بين عامي (١٩٦٨-١٩٧٨) بدعم من الاتحاد السوفيتي سابقاً، ويعد من أهم السدود في الشرق الأوسط بسعة تخزينية تقدر بـ ١٢ مليار متر مكعب ، كما سعت سوريا إلى تأمين حصتها من مياه الفرات من خلال اتفاقية عام ١٩٨٧ مع تركيا، التي نصت على التزام تركيا بتوفير ٥٠٠ متر مكعب في الثانية من المياه، مقابل التزام سوريا بكبح نشاط حزب العمال الكردستاني، رغم هذا، لم تشمل الاتفاقية العراق، مما أثر على حصته المائية، خاصة مع تزايد الطلب المائي وتغيرات المناخ، وتظهر سياسة سوريا كجزء من التنافس الإقليمي مع العراق في عهد النظام السابق، إذ استُخدمت المياه كأداة في هذا الصراع[٢] .

يتضح من استعراض سياسات كل من تركيا وإيران وسوريا أن الدول الثلاث استخدمت مشاريع المياه والسدود كأدوات إستراتيجية لتعزيز نفوذها الإقليمي وتحقيق أهدافها السياسية والاقتصادية، مع إغفال شبه تام لحقوق العراق المائية، ركزت تركيا على استغلال موقعها الجغرافي في المنبع لتفرض أمرًا واقعًا عبر مشاريع ضخمة أبرزها مشروع الغاب وسد إليسو، وتستخدم المياه كورقة ضغط سياسي واقتصادي. مارست إيران، سياسات أكثر حدة من خلال تجفيف وتحويل مجاري أنهار مشتركة دون أي تنسيق مع العراق، أما **سوريا**، فرغم تركيزها على تنميتها الداخلية عبر سد الطبقة، فقد ساهمت في تعقيد الأزمة العراقية من خلال اتفاقات ثنائية مع تركيا لم تشمل العراق، يتقاطع نهج الدول الثلاث في استغلال انشغال العراق بالحروب والانقسامات الداخلية لفرض سياسات مائية تخدم مصالحها على حساب الأمن المائي العراقي، وهو ما يتطلب تحركًا دبلوماسياً عاجلًا ومدروسًا من الجانب العراقي.

(١) نهرين جواد شرقي، «تأثير الإدارة المشتركة للموارد المائية لحوضي دجلة والفرات في امن واستقرار العراق،» مجلة كلية القانون والعلوم السياسية، (الجامعة العراقية، العدد الثاني والعشرين، تشرين الأول ٢٠٢٣)، ص٣٠٨.

(٢) عبد الرزاق حمزة عبد الله، مصدر سبق ذكره، ص٢٥٩.

خريطة رقم (١) توضح تقسيم الموارد المائية في العراق

المصدر: Water Fanack, accessed: 25-4-2025. For link https://water.fanack.com/iraq/water-resources-in-iraq/

ثالثاً: إستراتيجيات مواجهة التغيرات المناخية

١- التطور التكنولوجي كأداة إستراتيجية

مع تصاعد أزمات شحّ المياه وتدهور البنى التحتية في العراق، يبرز التحوّل الرقمي كخيار إستراتيجي لتعزيز حوكمة الموارد المائية،و من أبرز التقنيات الرقمية القادرة على إحداث تغيير جذري في هذا القطاع هي:

أ- **تقنية ((Blockchain** وهي تقنية نشأت من بيئة العملات الرقمية، لكنها سرعان ما أثبتت قابليتها للتطبيق في مجالات إدارية وخدمية متعددة، من ضمنها إدارة المياه والصرف الصحي، إذ تعتمد هذه التقنية على سجلّ رقمي موزّع (Distributed Ledger Technology - DLT)، يسمح بتسجيل المعاملات والبيانات بطريقة آمنة، غير قابلة للتعديل، ومُتاحة لجميع الأطراف المعنية دون الحاجة إلى وسيط مركزي. هذا يوفّر ميزات حوكمة أساسية مثل الشفافية، قابلية التتبع، والثقة بين الأطراف، وهو ما يجعلها ذات أهمية خاصة

في إدارة قطاع المياه الذي غالبًا ما يتسم بتعقيد العمليات وتعدد الفاعلين،و تتيح هذه التقنية، عند دمجها مع إنترنت الأشياء (IoT)، بناء أنظمة ذكية لإدارة المياه ترتكز على جمع البيانات من الحساسات والمجسات، وتحليلها بشكل لحظي لتتبع جودة المياه، وكشف التسربات، وتحديد الاستخدامات بدقة عالية[1].

ويوضح الشكل رقم (٣) لكيفية تطبيق تقنية (Blockchain) في تعزيز حوكمة الموارد المائية في العراق، مستنداً إلى مبادئ الحوكمة الرشيدة وأفضل الممارسات التقنية الحديثة، يبدأ النموذج بتحديد أربعة أهداف رئيسة للحوكمة المائية تشمل (الشفافية، والمساءلة، والمشاركة المجتمعية، والكفاءة التشغيلية)، ويُبيّن كيف يمكن للتقنية من خلال أدواتها المتقدمة مثل العقود الذكية والهوية الرقمية اللامركزية ودفاتر السجلات الموزعة أن تُسهم في تحقيق هذه الأهداف عبر أتمتة العمليات، وتسجيل البيانات بطريقة غير قابلة للتلاعب، وتسهيل التحقق من التصاريح والمعاملات.

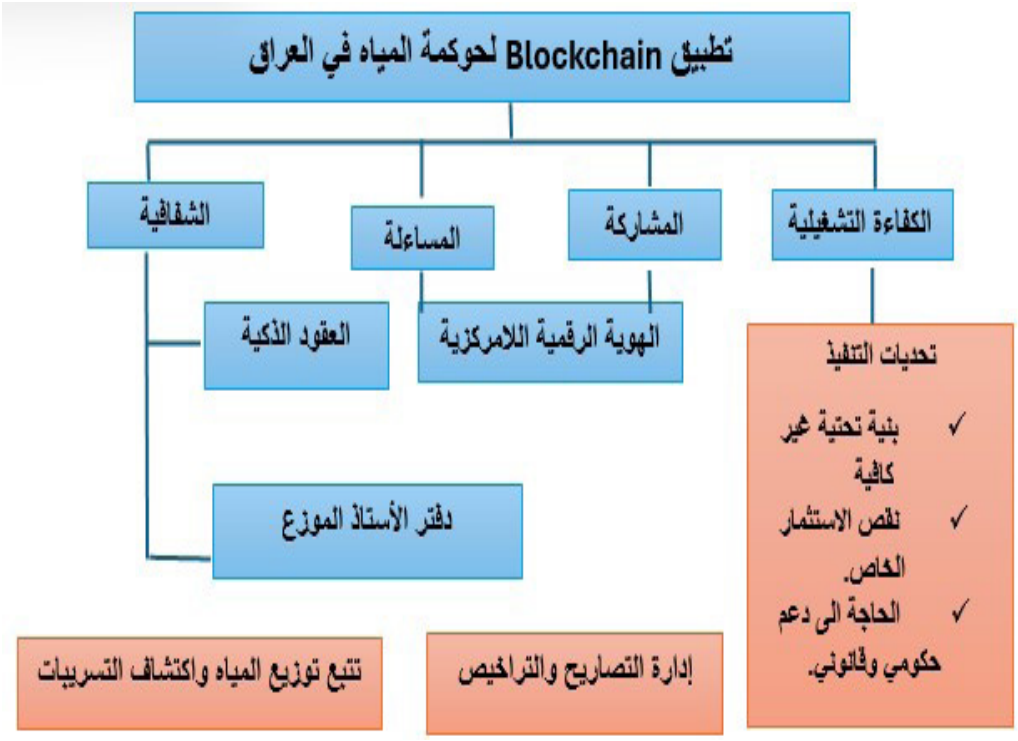
كما يعرض تطبيقات عملية محتملة في السياق العراقي مثل تتبع توزيع المياه وكشف التسربات باستخدام تقنيات إنترنت الأشياء (IoT)، إلى جانب تنظيم عمليات إصدار التصاريح باستخدام العقود الذكية، مما يساعد على تقليل الهدر وزيادة الكفاءة في إدارة الموارد. فضلاً عن ذلك يشير إلى التحديات البنيوية التي قد تواجه التطبيق في العراق، كضعف البنية التحتية الرقمية، ونقص الاستثمارات الخاصة، والحاجة إلى دعم تشريعي ومؤسسي، ما يؤكد ضرورة العمل على تهيئة بيئة ممكنة لتبني هذه التقنية.

يمثل النموذج المقترح أداة تحليلية لتوجيه السياسات العامة نحو تبني الحلول الرقمية الحديثة في إدارة الموارد المائية، بما يتماشى مع أهداف التنمية المستدامة وخاصة الهدف السادس المتعلق بضمان توفر المياه وخدمات الصرف الصحي للجميع.

(1) Antonio Rodríguez Furones, Juan Ignacio Tejero Monzón, "Blockchain applicability in the management of urban water supply and sanitation system in Spain," Journal of Environmental Management, (Elsevier no.344, 15 July 2023), p 3-10. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118480 ; Anne-Tara Singh l et al, Blockchain and IoT for Drinking Water: A Game-Changing Opportunity or a Risky Proposition, Science policy brief, (Wageningen University & Research; United Nations, 2023), p 1-3. https://sdgs.un.org/sites/default/files/2023-05/A46%20-%20Singh%20-%20Blockchain%20and%20IoT%20for%20water%20A%20Game-Changing%20Opportunity.pdf

s

الشكل رقم (٣)



الشكل من إعداد الباحثة

تشير الدراسات إلى أن التطبيق الفعال لتقنيات البلوك تشين وإنترنت الأشياء في الدول النامية، يتطلب وجود بنى تحتية رقمية محدثة، واستثمارًا مشتركًا من القطاعين العام والخاص، وتعاونًا بين الفاعلين المحليين والدوليين، وفي السياق العراقي، يمكن لهذه التقنية أن تسد الفجوات المرتبطة بضعف الرقابة المركزية، وانعدام الثقة بين المواطن والمؤسسات، من خلال ضمان تدفق البيانات بشفافية، وتمكين المجتمعات من متابعة جودة المياه ووصولها.

ب- **الذكاء الاصطناعي (AI):** يلعب دورًا متزايد الأهمية في تحديد إستراتيجيات إدارة الموارد المائية، خاصة في بلد مثل العراق يعاني من شح المياه وتحديات توزيعها، إذ يمكن للنظم الذكية المدمجة جمع البيانات من مصادر مختلفة مثل محطات الرصد المائي، والأنابيب، والخزانات، وغيرها، و يمكن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي المختلفة

وبكفاءة في تحليل البيانات المائية فيما يلي[1]:

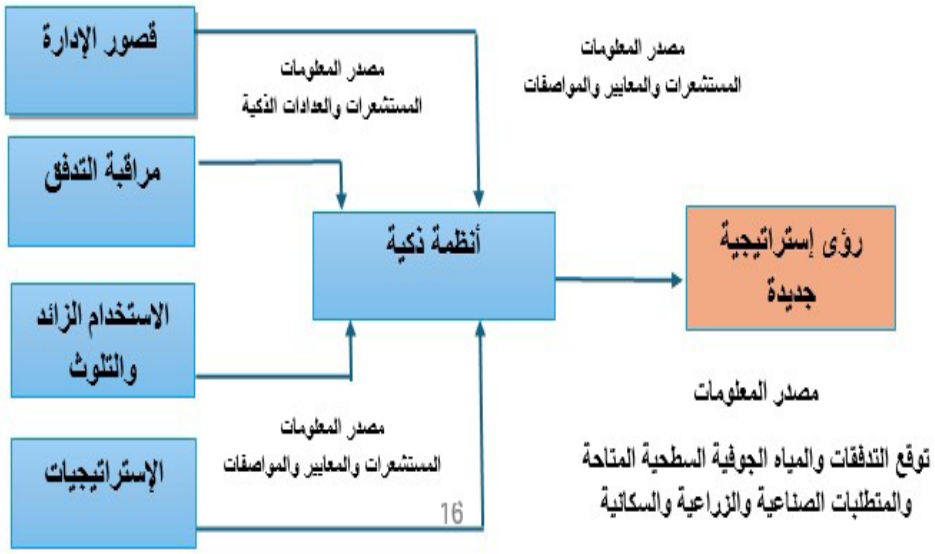
- **تحديد المناطق التي تحتاج إلى ترشيد المياه:** ويشمل ذلك التنبؤ بالطلب على المياه من خلال تحليل أنماط الاستهلاك باستخدام خوارزميات تعلم الآلة، يمكن للذكاء الاصطناعي مساعدة الحكومة العراقية في تخصيص الموارد بشكل أكثر كفاءة.
- **إدارة الأزمات المائية:** يساعد الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالجفاف أو الفيضانات من خلال تحليل بيانات الأقمار الصناعية والطقس، ومراقبة الغطاء النباتي والتربة والتحليل المائي، وتدريب النظم الحاسوبية التعرف على الكائنات المائية، مما يتيح للمخططين الاستراتيجيين وصناع القرار اتخاذ قرارات استباقية.
- **كشف التسربات:** يمكن تطبيق نماذج الذكاء الاصطناعي على شبكات المياه لاكتشاف التسربات في الأنابيب، مما يقلل من الهدر.
- **تطوير نماذج محاكاة المياه وإدارة حوكمتها:** للذكاء الاصطناعي الدور في تطوير نماذج محاكاة لإدارة المياه وحوكمتها بطرق عديدة ومنها، توفير بيانات تتعلق بإدارة المياه، وتطوير نماذج تنبؤية تستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي والتي منها (River Ware، MIKE ،SWAT، Hydro Geosphere.. الخ) ، في الزراعة، يمكن للذكاء الاصطناعي تحليل بيانات التربة والطقس لتحديد كميات المياه المثلى للري، مما يعزز الإنتاجية ويقلل استهلاك المياه في مناطق مثل جنوب العراق.
- **أنظمة الري الذكية:** تعد أنظمة الري الذكية القائمة على الذكاء الاصطناعي أداة محورية في تعزيز استدامة الزراعة، لا سيما في مناطق مثل العراق التي تعاني من محدودية الموارد المائية وتحديات المناخ، من خلال تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي، يمكن تحسين كفاءة استهلاك المياه بشكل كبير عبر مراقبة مستمرة لحالة التربة والطقس، مما يتيح تزويد المحاصيل بالكمية المثلى من المياه في الوقت المناسب، فضلاً عن ذلك، فإن هذه الأنظمة تسهم في تقليل استهلاك الطاقة، إذ يتم استخدام طاقة الري فقط عند الحاجة الفعلية، مما يسهم في خفض التكاليف التشغيلية ويقلل من التأثير البيئي ، من ناحية أخرى، تُسهم هذه الأنظمة في تحسين جودة المحاصيل وزيادة الإنتاجية، وذلك من خلال ضمان الري المتوازن الذي يعزز النمو الصحي للمحاصيل ويقلل من مخاطر الأمراض المرتبطة بالتروية الزائدة أو غير

(١) أسامة سلام، الذكاء الاصطناعي وقضايا المياه والمناخ (ط١؛ القاهرة: ارتقاء للنشر الدولي والتوزيع، ٢٠٢٣)، ص٩٨-١١٣.

الكافية، وبالتالي، فإن تطبيق هذه الأنظمة يمكن أن يُسهم بشكل كبير في تعزيز الأمن الغذائي في العراق ويضمن استدامة الموارد الطبيعية للأجيال القادمة.

بشكل عام، يمكن استخدام التكنولوجيا الحديثة، مثل تقنيات الذكاء الاصطناعي من نماذج المحاكاة، وانترنيت الاشياء و**Blockchain**، لتحسين إدارة المياه وحوكمتها، وتوفير الكميات المناسبة وتحسين جودتها، مما يساعد على الحفاظ على الموارد المائية واستخدامها بكفاءة. والشكل رقم (٤) يوضح مكونات نظام ذكي لإدارة الموارد المائية.

الشكل رقم (٤) مكونات نظام ذكي لإدارة الموارد المائية



الشكل من أعداد الباحثة وفقاً للمصدر: أسامة سلام، الذكاء الاصطناعي وقضايا المياه والمناخ (ط١؛ القاهرة: ارتقاء للنشر الدولي والتوزيع، ٢٠٢٣) ، ص١٠٢.

٢- استخدام الطاقة المتجددة في مشاريع تحلية المياه ومعالجة الصرف الصحي

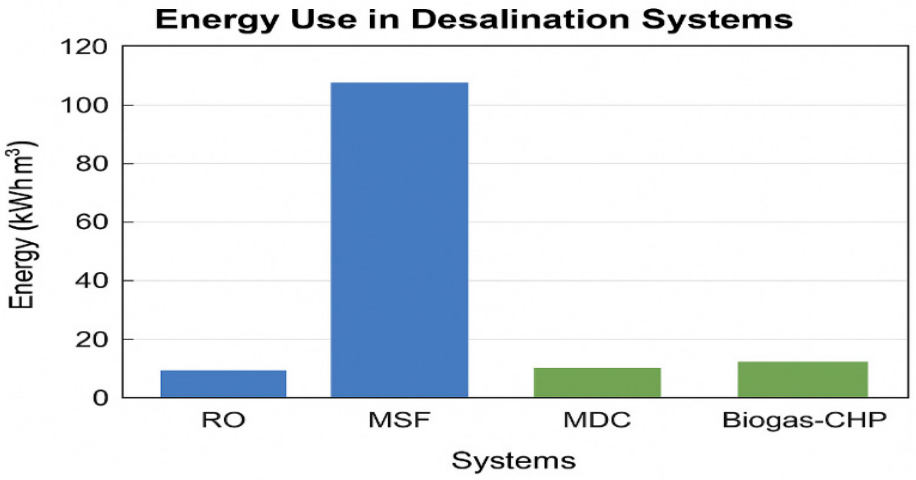
في ظل التحديات المتزايدة التي تواجه العراق في قطاع المياه نتيجة التغيرات المناخية والضغط السكاني، تبرز أهمية تبني تقنيات تحلية المياه المستندة إلى الطاقة المتجددة كخيار إستراتيجي لتحقيق الأمن المائي والطاقة المستدامة، إذ يمتلك العراق إمكانيات واعدة لتطبيق تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع تحلية المياه ومعالجة مياه الصرف

الصحي، تتمثل أبرز الفرص في وفرة الإشعاع الشمسي في معظم مناطق العراق، مما يجعل الطاقة الشمسية خيارًا عمليًا لتشغيل وحدات تحلية المياه، ويُعد الدمج بين نظم معالجة مياه الصرف وتحلية المياه باستخدام مصادر الطاقة المستردة (مثل الغاز الحيوي الناتج من الهضم اللاهوائي أو الطاقة الشمسية) خطوة متقدمة نحو تحقيق الاكتفاء الذاتي ، كما أن استخدام خلايا التحلية الميكروبية MDCs)) يتيح معالجة المياه المالحة وإنتاج الكهرباء بشكل متزامن، مما يقلل من استهلاك الطاقة ويعزز الكفاءة البيئية، فإن تطبيق هذه النماذج في العراق، لاسيما في المناطق الجنوبية المتأثرة بالملوحة، يمكن أن يُسهم في تحسين جودة المياه وتقليل كلفة التشغيل وتعزيز المرونة المناخية، بشرط دعمها بسياسات تنظيمية واضحة واستثمارات في البنية التحتية الذكية.

يوضح الشكل رقم (٥) مقارنة في استهلاك الطاقة بين نظم تحلية المياه التقليدية مثل MSF وRO والنظم المستدامة مثل خلايا التحلية الميكروبية MDC ونظام الغاز الحيوي مع التوليد المشترك Biogas-CHP يتبين أن الأنظمة التقليدية، لا سيما MSF، تستهلك كميات كبيرة من الطاقة، تصل إلى أكثر من ٨٠ kWh/m^3، بينما تتميز الأنظمة المستدامة بكفاءة أعلى واستهلاك طاقة أقل بكثير [١] ، مما يعزز من جدواها البيئية والاقتصادية، ويدعم توجه العراق نحو حلول تحلية أكثر استدامة وأقل كلفة على المدى الطويل.

(1) Veer Gnaneswar Gude , "energy and water autarky of wastewater treatment and power generation systems," Renewable and Sustainable Energy Reviews, (Elsevier, no 45, 2015), p62-66.

الشكل رقم (٥)



الشكل من اعداد الباحثة وفقاً للمصدر: Veer Gnaneswar Gude , "energy and water autarky of wastewater treatment and power generation systems," Renewable and Sustainable Energy Reviews, (Elsevier, no 45, 2015), p62-66

رابعاً: الاستنتاجات والتوصيات

تختتم الباحثة دراستها، وعن طريق ما ذكر من طرح في مباحثها الرئيسة، ومحاولتها لتغطية الموضوع بشكل تام، فقد تم إثبات الفرضية التي انطلق منها البحث كأساس منهجي عام سار عليه، وبناء على ذلك فقد تم التوصل إلى مجموعة من الاستنتاجات نذكر أهمها:

١- **استغلال دول الجوار:** أن كلاً من تركيا وسوريا تعاملت مع المياه كأداة إستراتيجية لتحقيق نفوذ سياسي واقتصادي، متجاهلة حقوق العراق المائية، ما جعل الأمن المائي العراقي رهين السياسات الإقليمي. مما يعقد تطبيق أي إستراتيجية محلية مستدامة لإدارة المياه.

٢- **تأثير الأوضاع الداخلية العراقية: تبين** أن الحروب المتتالية والانقسامات السياسية والضعف في التنسيق بين المؤسسات الحكومية المسؤولة عن إدارة المياه، وهو ما يؤدي إلى فقدان التنسيق بين مستويات الإدارة المختلفة، ويؤثر سلباً على القدرة في تنفيذ إستراتيجيات مائية فعّالة.

٣- إن التمويل يعد من أكبر العوائق أمام تنفيذ الحلول المبتكرة في مجال المياه، إذ يعاني العراق من نقص في الموارد المالية اللازمة للاستثمار في البنية التحتية للمياه، مما يعوق قدرة الدولة على تنفيذ التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي والبلوك تشين على أرض الواقع.

٤- فيما يتعلق بتقنيات الذكاء الاصطناعي والبلوك تشين، فقد أثبتت الدراسة أن هذه التقنيات تحمل إمكانيات هائلة لتحسين كفاءة إدارة الموارد المائية في العراق، يمكن أن يساعد الذكاء الاصطناعي في تقديم حلول دقيقة للتنبؤ بالاحتياجات المائية من خلال تحليل البيانات البيئية والطقسية، مما يعزز القدرة على اتخاذ قرارات أفضل بشأن تخصيص المياه، وفي الوقت نفسه، فإن **البلوك تشين** يوفر أداة قوية لتحسين الشفافية في توزيع المياه، من خلال تسجيل حقوق المياه بطريقة غير قابلة للتلاعب، مما يُسهم في الحد من الفساد وتعزيز الثقة بين الأطراف المعنية.

رغم هذه الإمكانيات الكبيرة، تبين أن تحديات التطبيق في العراق لا تقتصر فقط على المسائل التقنية، بل تشمل أيضًا التحديات القانونية والتنظيمية ، فغياب إطار تشريعي متكامل وواضح يمنع استخدام هذه التقنيات بشكل فعال، خاصة فيما يتعلق بحماية البيانات الشخصية وضمان العدالة في توزيع الموارد.

واستناداً إلى ذلك، يوصي البحث بما يلي:

١. **تبني تقنية(Blockchain) في إدارة وتداول حقوق المياه**، بالاستفادة من التجارب الدولية الرائدة مثل تجربة أستراليا، التي طوّرت فيها شركة (Civic Ledger) بالتعاون مع (Sun Water، RMIT Blockchain Innovation Hub) منصة (**Water Ledger)** عام ٢٠٢٠، وقد أسهمت هذه المنصة في تسجيل حقوق المياه عبر العقود الذكية، وتعزيز الشفافية، وتسريع المعاملات، مما قلل النزاعات ورفع كفاءة إدارة الموارد المائية[1].

٢. **إصدار تشريعات وطنية تنظم استخدام التقنيات الحديثة في إدارة الموارد المائية**، ولا سيما الذكاء الاصطناعي وتقنية البلوك تشين، على أن تتضمن هذه التشريعات الأطر القانونية والمعايير الأخلاقية والتقنية، وتحدد الأدوار والمسؤوليات المؤسسية، بما يضمن الاستخدام الفعّال والآمن لهذه التقنيات، ويعزز من الشفافية والكفاءة في الحوكمة البيئية.

(1) Anne-Tara Singh et al, op. cit.

٣. **إطلاق برنامج وطني لتطوير البنية التحتية الرقمية لقطاع المياه**، يشمل تحديث نظم الرصد والقياس والتحكم، بما يدعم استخدام الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة في التنبؤ بالتغيرات المناخية وإدارة الاستهلاك.

٤. **تمكين اللامركزية الإدارية في إدارة الموارد المائية**، من خلال تفعيل دور المحافظات في تطبيق السياسات المائية المحلية، وتوفير الدعم المالي والفني لبناء قدراتها التنفيذية، بما ينسجم مع مبادئ الدستور العراقي وقانون المحافظات رقم (٢١) لسنة ٢٠٠٨.

٥. **إنشاء مركز وطني متخصص في الابتكار المائي والتكنولوجيا**، يُعنى بتوطين الحلول الذكية، وتقديم الدعم البحثي والتقني لصناع القرار، وتعزيز التعاون بين الجامعات، والمؤسسات الحكومية، وشركات التكنولوجيا في مجالات تحلية المياه، والطاقة المتجددة، والتحول الرقمي.

٦. **تطوير مسار الدبلوماسية الرقمية في قطاع المياه من خلال إدماج أدوات التكنولوجيا المتقدمة** في التعاون الإقليمي بين العراق ودول الجوار، لا سيما تقنيتي الذكاء الاصطناعي والبلوك تشين ،ويقترح البحث توظيف الذكاء الاصطناعي في بناء أنظمة إنذار مبكر مشتركة، ونمذجة تدفقات المياه والتغيرات المناخية، بما يدعم التنبؤ العلمي ويُحسن القدرة التفاوضية. كما يمكن اعتماد **البلوك تشين** في توثيق تبادل البيانات الهيدرولوجية عبر منصات رقمية إقليمية، وتفعيل العقود الذكية لمراقبة تنفيذ الاتفاقيات المائية، بما يضمن الشفافية، ويُقلل من النزاعات، ويعزز الثقة بين الدول المتشاركة في الأحواض المائية ، إن هذه المقاربة الرقمية تمثل بُعدًا مبتكراً في إدارة المياه العابرة للحدود، وتُعد إستجابة إستراتيجية لمواجهة التحديات المناخية والسياسية المعقدة في المنطقة.

قائمة المصادر:

أولاً: المصادر باللغة العربية:

أ. الكتب العربية

١- أسامة سلام، الذكاء الاصطناعي وقضايا المياه والمناخ (ط١؛ القاهرة: ارتقاء للنشر الدولي والتوزيع، ٢٠٢٣).

٢- صيد ماجد، رقايق فاطمة الزهراء، أهمية الحوكمة المائية في تعزيز الأمن المائي تجارب دولية في مجال إعادة تدوير المياه العادمة؛ فصل من كتاب حوكمة إدارة المياه بين الواقع واستراتيجيات التنمية (برلين: المركز الديمقراطي العربي ،٢٠٢١) .

٣- مجلس النواب، الدائرة الإعلامية، دستور جمهورية العراق (ط٨: بغداد، ٢٠١٧).

ب. الدوريات والبحوث

١- بوزيان العربي، جلطي غالم، "مفهوم الحوكمة: عوامل ظهورها ومرتكزاتها، ومجالات استخداماتها،" مجلة المالية والأسواق (العدد ٢، المجلد ٨، أيلول ٢٠٢١).

٢- جمهورية العراق، وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، قسم إحصاءات البيئة، الإحصاءات البيئية للعراق كمية ونوعية المياه لسنة ٢٠٢٢ (مديرية المطبعة: الجهاز المركزي للإحصاء، تموز ٢٠٢٣.

٣- دعاء فلاح الدباغ، نسبة الأراضي المتصحرة والمهددة بالتصحر في العراق لسنتين (٢٠١٦-٢٠٢٠) (مجلس النواب العراقي، دائرة البحوث، قسم البحوث والدراسات النيابية: تقرير، حزيران ٢٠٢٢).

٤- شيماء محمد ناصر، «المرأة العراقية في ظل التغير المناخي: التحديات والمعوقات واستراتيجيات التمكين،» مجلة قضايا سياسية، (جامعة النهرين، العدد ٧٦، اذار ٢٠٢٤.

٥- عبد الرزاق حمزة عبد الله، «أزمة المياه في العراق: التحديات واشكالية الحلول،» مجلة دراسات دولية (جامعة بغداد، العدد تسعة وتسعون، تشرين الأول ٢٠٢٤).

٦- علي صباح محمد، عبد الرحمن محمد عيسى،" توظيف التكنولوجيا الحديثة في مؤسسات الدولة (العراق انموذجاً (، "مجلة كلية دجلة الجامعة، (كلية دجلة الجامعة، العدد الثالث، المجلد السابع، أيلول: ٢٠٢٤).

٧- عمر هاشم ذنون ، «الادراك الاستراتيجي العراقي في إدارة مخاطر ازمة المياه الواقعية

والمستقبلية،» مجلة دراسات إقليمية (جامعة الموصل، العدد ٦٠، المجلد١٨، نيسان ٢٠٢٤).

٨- نهرين جواد شرقي، «تأثير الإدارة المشتركة للموارد المائية لحوضي دجلة والفرات في امن واستقرار العراق،» مجلة كلية القانون والعلوم السياسية، (الجامعة العراقية، العدد الثاني والعشرين، تشرين الأول ٢٠٢٣).

ج. التقارير

١- برنامج الأمم المتحدة للبيئة، تقرير توقعات البيئة العالمية جيو-٦ التقييم الإقليمي السادس لمنطقة غرب آسيا (نيروبي:برنامج الأمم المتحدة للبيئة،٢٠١٦)، ص٤٧.
global-environment-outlook--٦-https://www.unep.org/resources/report/geo
regional-assessment-west-asia

د. شبكة الانترنيت

١- الأمم المتحدة، ما هو تغير المناخ، تاريخ زيارة الموقع: ٢٣ تشرين الأول ٢٠٢٥، https:// .www.un.org/ar/climatechange/what-is-climate-change

ثانياً: المصادر باللغة الأجنبية

اولاً: الكتب والدراسات البحثية

1- Anne-Tara Singh l et al, Blockchain and IoT for Drinking Water: A Game-Changing Opportunity or a Risky Proposition, Science policy brief, (Wageningen University & Research; United Nations, 2023) https://sdgs.un.org/sites/default/files/2023-05/A46%20-%20Singh%20-%20Blockchain%20and%20IoT%20for%20water%20A%20Game-Changing%20Opportunity.pdf

2- Antonio Rodríguez Furones, Juan Ignacio Tejero Monzón, "Blockchain applicability in the management of urban water supply and sanitation system in Spain," Journal of Environmental Management, (Elsevier no.344, 15 July 2023) https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118480.

3- Global e- Sustainability Initiative (GESI), # SMARTTER2030: ICT solutions for 21st century challenge (Brussels: global e-sustainability 2015). https://smarter2030.gesi.org/downloads/Full_report.pdf.

4- Muntasser Majeed Hamed, Shojaa Mahmoud khalaf, "climate

change and societal stability in Iraq: proposed measures," journal of Ecohumanism , (no:1, volume:4, 2025) , https://doi.org/10.62754/joe.v4i1.6368.

5- Tobias von Lossow et al., water governance in Iraq enabling a gamechanger (The Hague: water, peace and security partnership (WPS), September 2022).
6- UNESCO, Un- Water, the United Nations world water development report2020: water and climate change (Paris, UNESCO,2020). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372985.locale=en
7- United Nations Development Program, Water Governance for Poverty Reduction (New York, United Nations Development Program,2004).
8- Veer Gnaneswar Gude , "energy and water autarky of wastewater treatment and power generation systems," Renewable and Sustainable Energy Reviews, (Elsevier, no 45, 2015).
9- World bank group, climate change knowledge portal, observed climatology of average mean surface air temperature, accessed : 5-9-2025, https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/iraq/climate-data-historical
10- World bank group, Country climate and development report: Iraq (Washington: World bank group, November 2022).

ثانياً: شبكة الانترنيت

1- Water Fanack, accessed: 25-4-2025. For link https://water.fanack.com/iraq/water-resources-in-iraq/