مجلة الباحث
موقع المجلة: https://journals.uokerbala.edu.iq/index.php/bjh/

تحليل أثر التغيرات المناخية وأزمة المياه في العراق باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي

م.م ياسررحيم كاظم
م.م علاء حامد حمزة
م.م محمد علي رزاق

جامعة كربلاء – كلية التربة للعلوم الإنسانية

التخصص العام للبحث: الجغرافية البشرية	التخصص الدقيق للبحث: الجغرافية البشرية

معلومات الورقة البحثية

الكلمات الرئيسية:

التغير المناخي، أزمة المياه، الذكاء الاصطناعي،

المستخلص باللغة العربية:

مستخلص البحث:
يتناول هذا البحث التغيرات المناخية وأزمة المياه في العراق معتمدا على توظيف أدوات الذكاء الاصطناعي في تحليل هذه التغيرات والظواهر ووضع حلول فعّالة ومستديمة لها، ويتضمن البحث ثلاثة محاور رئيسية: أولا، مفهوم التغير المناخي وتأثيراته على الموارد المائية؛ ثانيا، أبرز التحديات والأزمات التي تواجه الموارد المائية في العراق، ثالثا، توظيف واستخدام الذكاء الاصطناعي واداوته في تحليل هذه التغيرات وتقديم توقعات دقيقة تسهم في وضع استراتيجيات وحلول مستدامة.
تفترض الدراسة أن التغيرات المناخية تؤثر مباشرة على الموارد المائية من خلال ارتفاع درجات الحرارة وتذبذب الأمطار، وأن العراق يواجه تحديات متعددة تهدد امنه المائي والغذائي، كما يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي تقديم حلول فعّالة لتحليل الأزمة ووضع خطط استراتيجية لها.
وتكمن أهمية البحث الرئيسة في بيان العلاقة بين التغيرات المناخية وأزمة المياه، ودعم اصحاب القرار والجهات المختصة في وضع استراتيجيات علمية دقيقة، ومع توظيف التكنولوجيا الحديثة لضمان إدارة مستدامة للموارد المائية في العراق.

doi: https://doi.org/10.63797/bjh.

1. المقدمة :

تعد التغيرات المناخية إحدى أهم القضايا العالمية المعاصرة والتي تستحوذ على اهتمام كثير من الباحثين وصنّاع القرار، نظرًا لما تخلّفه من تأثيرات متعددة تنعكس وتمس الجوانب البيئية والاقتصادية والاجتماعية، وتبرز خطورة هذه التغيرات بشكل أكبر في الدول التي تعاني أصلًا من محدودية الموارد الطبيعية اوضعف القدرة على التكيف، ويأتي العراق في مقدمة هذه الدول المتاثرة بالتغيرات، بحكم موقعه الجغرافي والفلكي، ضمن النطاقات الجافة وشبه الجافة، واعتماده الرئيسي على الموارد المائية العابرة للحدود، مصحوبا بالارتفاع المستمر في درجات الحرارة وتذبذب كميات الأمطار.
وقد أدت هذه التقلبات المناخية إلى تفاقم أزمة المياه في العراق، التي تُعدّ من القضايا الحيوية ذات الارتباط المباشر بالأمن المائي والغذائي، إذ يواجه البلد مجموعة من التحديات المتداخلة، من أبرزها تراجع واردات نهري دجلة والفرات، وتدهور نوعية المياه، وازدياد الطلب عليها نتيجة النمو السكاني والتوسع في الأنشطة، فضلاً عن التعقيدات السياسية المرتبطة بإدارة الموارد المائية المشتركة مع دول الجوار.

ومع تزايد حدة هذه التحديات، برزت الحاجة إلى توظيف التقنيات الحديثة، وفي مقدمتها الذكاء الاصطناعي ، لما يمتلكه من قدرات متقدمة وفعالة في معالجة وتحليل البيانات الضخمة والهائلة، واستشراف الاتجاهات المستقبلية، اذ تعمل هذه التقنيات مثل التعلم العميق والنماذج التنبؤية في تحسين دقة التوقعات الهيدرولوجية، وتقدير الطلب المستقبلي على المياه، ومتابعة التغيرات المناخية بكفاءة أعلى مقارنة بالأساليب التقليدي المتبعة.

وانطلاقًا من ذلك، يسعى هذا البحث إلى دراسة تأثير التغيرات المناخية في الموارد المائية في العراق، وتحليل أبعاد أزمة المياه، مع إبراز الدور الذي يمكن أن تؤديه تقنيات الذكاء الاصطناعي في دعم إدارة الموارد المائية وتعزيز الأمن المائي، من خلال اعتماد مقاربة تحليلية تجمع بين البيانات المناخية والتطبيقات التقنية الحديثة بما يخدم عملية اتخاذ القرار.

مشكلة البحث:

1- ماهي تأثيرات التغير المناخي على الموارد المائية في العراق؟

2- ما أبرز التحديات والأزمات التي تواجه الموارد المائية في العراق؟

3- كيف يمكن لأدوات الذكاء الاصطناعي تحليل التغيرات المناخية وأزمة المياه؟

فرضية البحث:

1- التغيرات المناخية تؤثر بشكل مباشر على الموارد المائية في العراق من خلال ارتفاع درجات الحرارة وتذبذب سقوط الامطار.

2- تواجه الموارد المائية في العراق تحديات وازمات عديدة منها البيئية والسياسية وسوء إدارة لهذه الموارد.

3- يمكن لأدوات الذكاء الاصطناعي المساعدة في تحليل التغيرات المناخية وأزمة المياه وتقديم توقعات وتنبؤات تسهم في وضع استراتيجيات فعالة للحد من هذه الازمات.

أهداف البحث

1- تحليل مفهوم التغير المناخي وتأثيراته على الموارد المائية في العراق.

2- تحديد أبرز التحديات والأزمات التي تواجه الموارد المائية ودراسة اثارها على الامن المائي.

3- دراسة وتقييم أدوات الذكاء الاصطناعي في تحليل التغيرات المناخية وأزمة المياه في العراق ووضع حلول فعالة لمعالجتها.

أهمية البحث:

1- بيان العلاقة بين التغيرات المناخية وتأثيراتها على تفاقم ازمة المياه في العراق.

2- تقديم المساعدة لأصحاب القرار والجهات المختصة في وضع الاستراتيجيات المناسبة المعالجة التحديات المناخية والمائية من خلل تطبيق أدوات الذكاء الاصطناعي.

3- توظيف الأدوات الحديثة والمتطورة تكنولوجيا للمساهمة في إدارة الموارد المائية في العراق بما يدعم الحفاظ عليها واستدامتها.

حدود البحث:

1- الحدود المكانية:

تتمثل الحدود المكانية لجمهورية العراق، إذ يقع العراق في الطرف الجنوبي الغربي من قارة آسيا، ويمتد فلكياً بين دائرتي عرض (6 ̿ 29 º – 27 ̿ 37º) شمالاً، وبين خطي طول (39 ̿ 38 º – 36 ̿ 48º) شرقاً، ويحده من الشمال تركيا، بينما تحده من الشرق إيران، أما من الجنوب فيحده كل من الكويت وامتداد ساحلي قصير على الخليج العربي، إضافة إلى المملكة العربية السعودية، في حين يحده من الغرب كل من سوريا والأردن، وتعطي هذه الحدود للعراق موقعاً جغرافياً مهماً في منطقة الشرق الأوسط، إذ يشكل حلقة وصل بين المشرق العربي ومنطقة الخليج وآسيا الغربية، فضلاً عن تأثير هذا الموقع في تنوع خصائصه الطبيعية والمناخية والبيئية. ينظر خريطة (1)

خريطة (1) الموقع الفلكي للعراق

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على: ابراهيم حلمي الغوري، أطلس العالم، دار المشرق العربي للطباعة والنشر والتوزيع، الطبعة السادسة، سوريا، 2006، ص 42.

2- الحدود الزمنية:

يغطي البحث الفترة من عام 2000 حتى 2025، لمتابعة التغيرات المناخية وتطور أزمة المياه في العراق.

3- الحدود الموضوعية:

يركز البحث على تحليل تأثير التغيرات المناخية وأزمة المياه باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي.

المبحث الأول: التغيرات المناخية في العراق وأثرها على الموارد المائية:

أولا: مفهوم التغير المناخي:

يشير مصطلح التغير المناخي (Climate Change) الى حدوث أي تغير في حالة المناخ أو أي اختلال في الظروف المناخية المعتادة مثل الحرارة والامطار والرياح لفترة زمنية طويلة الأمد (الركابي،2025، ص533). ويحدث هذا التغير نتيجة العمليات الطبيعية الداخلية او التأثيرات الخارجية، فضلا عن التغيرات المستمرة البشرية المنشأ في تركيب الغلاف الجوي (نعمة، 2025، ص56.) او انه التقلبات التي تحصل في أنماط الطقس والمناخ لفترة طويلة وفي جميع انحاء العالم وتشمل هذه التغيرات في درجات الحرارة وتساقط الامطار والظواهر الجوية الشديدة، مثل الفيضانات، الجفاف، والعواصف وذلك يكون على مدى عقود وسنوات عديدة (حسن، 2021، ص 13). وفي هذا السياق، يرى الكثير من الباحثين أن التغير المناخي بانه الاختلال في الظروف المناخية وخصائصها التي تميز كل منطقة على الأرض، والتي ترجع الى أسباب طبيعية التي تتضمن العمليات الديناميكية للأرض، بما في ذلك النشاط البركاني والتقلبات في الإشعاع الشمسي، اما الأسباب البشرية فهي تتمثل ببعض الأنشطة التي تهدد البيئة والتي منها توليد الطاقة نتيجة استخدام الوقود الأحفوري الذي يتسبب في زيادة الانبعاثات الكربونية، أو قطع الغابات وعمليات التصنيع وإنتاج الغذاء وغيرها، (نعمة، 2025، ص 56). ومن ناحية أخرى قد أسهمت هذه العمليات في ارتفاع درجات الحرارة وزيادة تواتر العواصف وتكرار حالات الجفاف والتصحر فضلا عن ذوبان الجليد في المحيطات؛ مما يسبب نقصا في الغذاء وتهديد الامن الغذائي وارتفاع معدلات الجوع وسوء التغذية وهو ما دفع الأفراد إلى النزوح بحثًا عن بيئة أقل خطورة على حياتهم (FAO, 2021).

كما ان التغير المناخي يرتبط ارتباطًا وثيقًا بالتغير الحراري (Temperature Change)، اذ ان التغيرات التي تحدث بدرجات الحرارة ارتفاعا وانخفاضا هي تكون شكلا من اشكال التغير المناخي، ويمكن قياس التغير الحراري

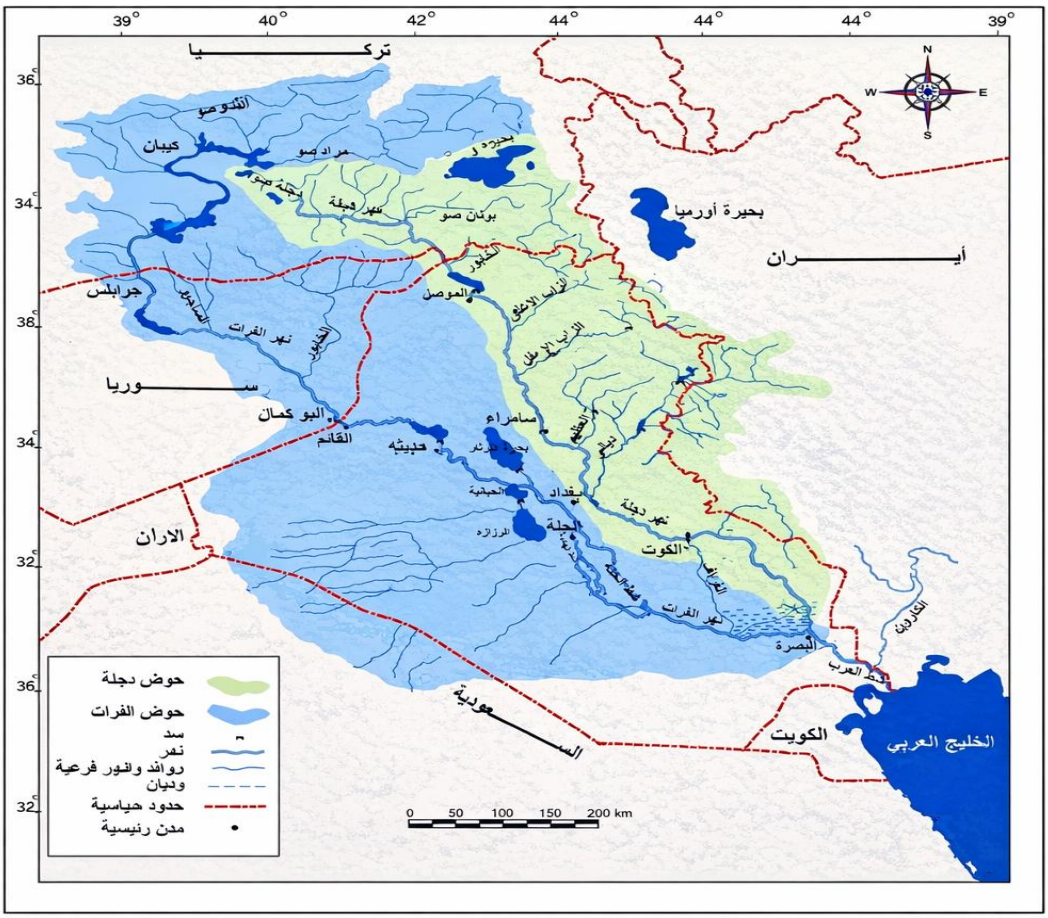
باستخدام المؤشرات الإحصائية لمتوسطات درجة الحرارة على فترات طويلة، ويكون هذا التغير ناتجا عن النشاط البشري المباشر وغير المباشر (سلمان، 2025، ص 1060).

و تعد ظاهرة تغير المناخ واحدة من أهم وابرز القضايا الدولية المعاصرة، إذ أثرت بشكل ملموس على الأنظمة الإيكولوجية المختلفة، واضطرت المجتمعات البشرية للتكيف مع هذه التغيرات على مر السنين، وما يرتبط بها من أنشطة تؤدي إلى زيادة تركيز الغازات الدفيئة مثل ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والميثان (CH_4)، وتشير الدراسات إلى أن التغير المناخي يرتبط بالاحتباس الحراري وارتفاع تركيز الغازات في الغلاف الجوي وما يرتبط بها من أنشطة تؤدي إلى زيادة تركيزها، وهو ما ينعكس بدوره سلبيا على البيئة والاقتصاد والمجتمعات، ويشكل تحديًا مستمرًا أمام الجهود الرامية لتحقيق التنمية المستدامة (الاعظمي، 2025، ص 203). وفي الإطار نفسه، تشير بيانات الأمم الامتحدة للبيئة العالمية ان العراق يعد خامس البلدان الأكثر عرضة لتتغيرات المناخ ولتناقص المياه والغذاء فضلا الارتفاع الكبير بدرجات الحرارة، فانها ترتفع بما يزيد عن سبع مرات وبشكل اسرع من المتوسط العالمي والمتوقع بحلول عام 2050 ان تزداد بمتوسط 2.5 درجة مئوية، وكما للامطار نصيبا من هذه التوقعات فتشير الى انه معدل هطول الامطار سنويا سينخفض بنشبة لا تقل عن 25% وستزداد شدة ذلك الانخفاض مستقبلا اذا لم تتحسن المنظومة المناخية، ونظرا لما يتعرض له العراق من فترات جفاف مرهقة وطويلة. (علي، 2025، ص-21-22).

ثانيا تأثير التغيرات المناخية على الموارد المائية:

تعد الموارد المائية في العراق عنصرا مهما وركيزة أساسية لاستدامة الحياة فضلا عن دعمها للانشطة الاقتصادية والاجتماعية، لاسيما في ظل طبيعة المناطق التي تتصف مناخيا بانها جافة او شبه جافة، وتواجه هذه الموارد ضغوطًا متزايدة ناجمة عن التغيرات المناخية، المتمثلة بانخفاض معدلات الهطول المطري، وارتفاع درجات الحرارة، كما تؤدي الى تكرار الظواهر المناخية المتطرفة، والتي من شانها ان تهدد الأمن المائي والاستقرار الاقتصادي في العراق (شرقي، 2024، ص 136). ويزداد هذا التحدي تعقيدا نظرا لاعتماد العراق بشكل شبه كامل على الموارد المائية السطحية المتمثلة بنهري دجلة والفرات لتلبية احتياجاته المختلفة، وقد أدى استمرار تأثير التغيرات المناخية منذ أواخر التسعينيات في القرن العشرين، إلى تراجع واضح في كميات المياه السطحية والجوفية، متزامنا ذلك في الطلب عليها مع والاحتياجات المتزايدة للسكان، مما يعيق استدامتها (عذيب، 2024، ص 427–428). ينظر خريطة (2).

خريطة (2) الموقع الجغرافي لأحواض نهري دجلة والفرات



المصدر: علياء حسين سلمان، زينب حسن حبيب، ابتسام عدنان رحمن، الاثار البيئية للسدود المائية في العراق، مجلة البحوث الجغرافية، العدد 20، 2014، ص 232.

وفي هذا الإطار، برز مفهوم أزمة المياه (crisis water) بوصفه من المفاهيم التي تعتبر حديثة نسبيا، والتي حظيت باهتماما واسعا وفي مجالات متعددة، لاسيما لدى كثير من الباحثين في العلوم السياسية والاجتماع والاقتصاد والجغرافية وغيرها، ويشير المعنى اللغوي هنا إلى أن كلمة الازمة تعني الشدة والقحط، وكما تعني أيضا المأزم، ومعناها ضيق المجال وعسر الخلاص منه، فهي تعكس تعدد وتعقيد المشكلات المائية، فضلا عن ندرة المياه بسبب الجفاف وعدم سقوط الأمطار مثل ما ذهب إليه المؤرخون الأوائل، و يضاف إليه الفجوة بين الاحتياجات الاستهلاكية (منزلية، خدماتية، صناعية، زراعية) مع مخزون المياه والطموحات التنموية (مصطفى، 2023، ص85).

وعليه، يمكن التعبير عن مفهوم أزمة المياه على أنه حالة من العجز أو الضغط المتزايد على الموارد المائية، ناجما عن تداخل عوامل طبيعية وبشرية، وقد يؤدي ذلك إلى نشوب نزاعات وصراعات داخلية وخارجية للحصول على المياه باي ثمن كان (Rawabet Center, 2023).

وفي هذا الإطار قد أظهرت الدراسات الحديثة أن حوضي نهري دجلة والفرات شهدوا تغيرات ملموسة في أنماط الهطول المطري، مع انخفاض ملحوظ في كمية الأمطار وتزايد فترات الجفاف، مما أثر على تدفقات المياه ومستويات المخزون المائي وزاد من الضغوط على الأمن المائي والزراعة والنظم البيئية (مشجل، 2025، ص2097). وتؤكد البيانات المناخية إلى انخفاض واضح في المعدلات السنوية للأمطار على سبيل المثال، سجلت محطة دهوك المناخية معدلا سنويا يبلغ 769 ملم خلال الفترة (1970–1998)، وانخفض إلى 604 ملم خلال الفترة (1999–2007)، مما يعكس التحولات الملحوظة في الخصائص المناخية للمنطقة، ولاسيما فيما يتعلق بتذبذب سقوط الأمطار وزيادة تكرار فترات الجفاف، وهو ما يرتبط بظاهرة التغير المناخي في منطقة الشرق الأوسط، الأمر الذي يؤثر بشكل مباشر في الموارد المائية لحوضي دجلة والفرات تراجع معدلات التصريف السنوي بشكل واضح لروافد نهر دجلة وخاصة ديالى والعظيم والزاب الصغير (الشمري، 2012، ص 59).

وفي السياق ذاته، قد أظهرت بعض الدراسات المناخية الحديثة أن العراق قد شهد حالات متعددة من الجفاف المناخي متفاوتة الشدة، تراوحت بين الجفاف المتوسط والجفاف الشديد خلال المدة الممتدة بين (2000–2022)، كما تشير

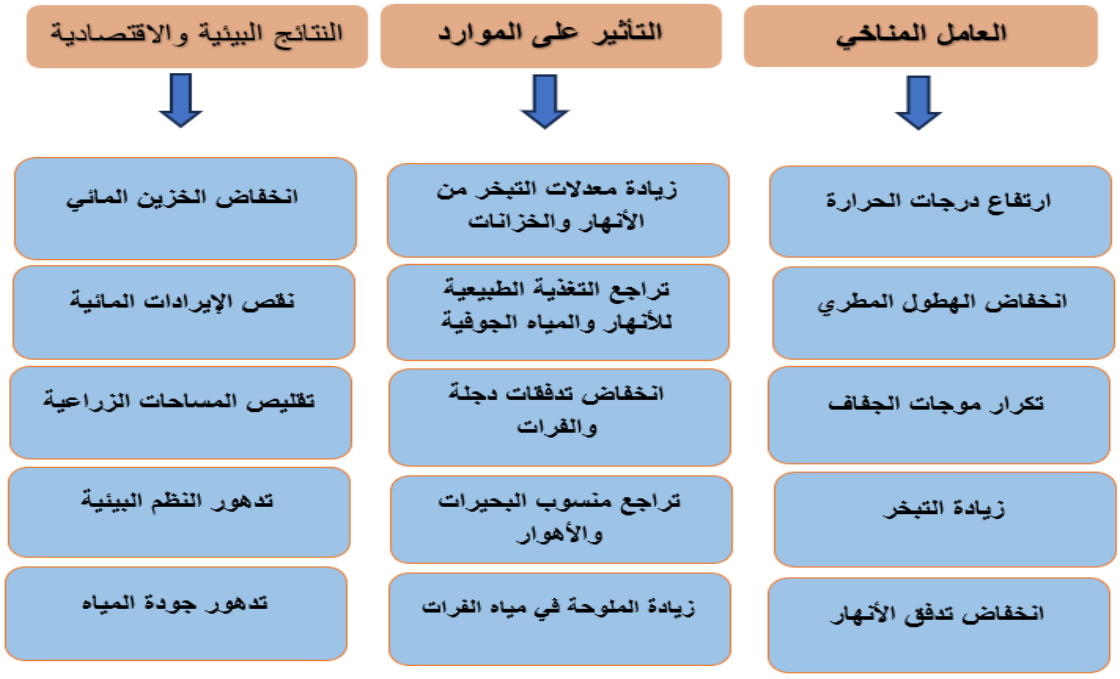
النتائج إلى أن عام 2022 مثّل حالة جفاف شديدة بصورة استثنائية مقارنة بالسنوات الأخرى، وهو ما يعكس ازدياد حدة التذبذب المناخي وتفاقم تأثيرات التغير المناخي على النظام المطري في العراق، الأمر الذي ينعكس بدوره على الموارد المائية والأمن المائي في البلاد (Hatem et al., 2024, p. 165).

تُظهر التقديرات ان هذه التغيرات سوف تنعكس بشكل مباشرة على تراجع حجم الموارد المائية المتاحة للعراق، إذ من المرجح أن تنخفض بنحو (18.5) مليار متر مكعب سنويا من موارده المائية المتدفقة في نهري دجلة والفرات، ونتيجة لذلك من المتوقع أن يواجه العراق عجزًا مائيًا كبيرًا قد يتجاوز 27 مليار متر مكعب سنويًا على أقل تقدير (الشمري، 2012، ص 59)، وهو ما سينعكس بدوره نصيب الفرد إلى 479 مترًا مكعبًا سنويًا بحلول عام 2030، وهو مستوى منخفض جدًا مقارنة بالمعايير الدولية (UNDP, 2023).

وفي هذا السياق، تؤكد التقارير الأممية انخفاض الكميات المتدفقة من الأنهار الرئيسية والمخزون المائي إلى أدنى مستوياته منذ عقود، ما يزيد المخاوف والآثار البيئية الناتجة عن هذه المشكلة (الأمم المتحدة في العراق، 2023).

وعليه، تشير الدراسات العلمية إلى أن التغيرات المناخية وزيادة الضغوط على الموارد المائية، إلى جانب التحديات السياسية والاقتصادية في العراق، قد أدت إلى زيادة حدة الأزمة المائية واستمرار انخفاض كمية المياه في الأنهار، وهو ما يعكس الحاجة الملحة لتبني سياسات إدارة فعالة للموارد المائية وتعزيز الأمن المائي (الشعباني، رؤى سعد الله ناشد، 2025، ص 116).

شكل (1) تأثير التغيرات المناخية على المياه في العراق



المصدر:من عمل الباحث بالاعتماد على :

1- سلطان جاسم النصراوي، شّح المياه في العراق بين مطرقة التغير المناخي وسندان سياسات دول المنبع، موقع انترنت على الرابط: https://fcdrs.com/arabic/sJy19ixo

2- نغم محمد علي، تحليل دور الذكاء الاصطناعي في الحد من تأثير التغيرات المناخية في العراق دراسة من منظور جيوبولتيكي، مجلة جامعة الكوت للعلوم الإنسانية، عدد خاص لبحوث المؤتمر العلمي الدولي السادس للإبداع والابتكار للمدة 16-17 نيسان، 2025، صفحات متفرقة.

3- مجيد حسين خضير الركابي، التغيرات المناخية وانعكاساتها على التطرف الحراري في محافظة بغداد، كجلة الجامعة العراقية المجلد 75، العدد1، كانون الأول، 2025،صفحات متفرقة.

ويتضح من الشكل أن التغيرات المناخية، كارتفاع درجات الحرارة وانخفاض تساقط الأمطار، تؤدي إلى زيادة التبخر وتراجع تدفق الأنهار، مما ينعكس سلبًا على الموارد المائية من حيث كميتها ونوعيتها، ومع استمرار هذه التأثيرات، تتفاقم أزمة المياه لتؤدي إلى انخفاض الخزين المائي وتراجع الزراعة وتدهور البيئة، و أن هذه العلاقة مترابطة وتراكمية، حيث تبدأ من المناخ وتنتهي بآثار اقتصادية وبيئية واجتماعية واسعة.

المبحث الثاني: أزمة المياه في العراق (الواقع والتحديات)

تعد مشكلة المياه من أبرز المشاكل التي تواجه العالم في الوقت الحالي والعراق على وجه الخصوص وذلك نتيجة للنقص الشديد في واردات المياه ويعود السبب في ذلك النقص الى أتجاه معظم دول المنبع الى أنشاء مشاريع السيطرة والخزن للمياه وتقنين أطلاقها بالإضافة الى الأسباب الأخرى التي سيتم التطرق اليها بشكل مفصل، الأمر الذي أدى الى انخفاض مناسيب المياه في بشكل ملحوظ خاصة في الآونة الأخيرة، مما انعكس بشكل سلبي على كفاءة الموارد المائية وزاد من تفاقم أزمة المياه في جميع أنحاء العراق.

أولا: - الوضع الحالي للموارد المائية:

تبلغ مساحة العراق الكلية بما يقارب (435) ألف كم^2، تغطي المياه نحو (924) كم2 بنسبة (2%)من هذه المساحة، في حين تقدر مساحة الأراضي الصالحة للزراعة بنحو (44،4) مليون دونم أي بنسبة (26%) من المساحة الكلية للعراق (دهش،2011، ص3).

تتمثل موارد المياه في العراق في المياه السطحية التي تقدر بـ (106) مليار م3 في السنة منها (80) مليار م3 من دجلة والفرات حيث يمتلك العراق نهرين رئيسيين هما دجلة والفرات بالإضافة الى روافدهما ، يتميزان هذان النهران بامتلاكهما للعديد من الروافد في أكثر من دولة ، حيث يبدأ المجرى الرئيسي لنهر دجلة من بحيرة كولجك ثم بحيرة وان، يبلغ طوله الكلي (1900) كم منها (1418) في العراق من دخوله الأراضي العراقية عند فيشخابور حتى التقاءه بنهر الفرات عند القرنة بنسبة تبلغ (74،6%) من طوله الكلي، وفي الأراضي العراقية تصب فيه مجموعة من الروافد أهمها: الخابور، الزاب الكبير ، الزاب الصغير، العظيم، ديالى **(الشمري، 2012، ص8).**

أما بالنسبة لنهر الفرات فينبع من الأقسام الشرقية لتركيا ويتكون من التقاء رافدين رئيسيين هما (فرات صو ومراد صو)، تبلغ مساحة نهر الفرات الكلية بما يقارب (444) ألف كم2 منها 40% في العراق و(17%) في سوريا و (28%) في تركيا، أما بالنسبة للمعدل السنوي للإيرادات المائية فتحتل منها تركية الحصة الأكبر بنسبة تبلغ (88%) وسوريا بنسبة (9%) في حين تبلغ مساهمة العراق (3%) فقط من الإيرادات المائية، وهذا يعكس الفجوة الواسعة في السيطرة على المياه، ويجعل العراق في وضعية صعبة وضعفا استراتيجيا أمام دول المنبع لاسيما تركيا وايران**(الأمير، 2010، ص103).**

أما المصدر الثاني فيتمثل في المياه الجوفية، حيث توجد خمس تكوينات حامله للمياه، منها تكوين بختياري وتركيب فارس الأعلى وتكوين الفرات الجيري وتكوين الدمام وأم الراضومة **(مخيمر، 1987، ص66).**

بدأت مشكلة تأمين المياه اللازمة للزراعة منذ أوائل سبعينات القرن الماضي عندما قامت كل من تركيا وسوريا بأملاء خزاني (كيبان والطبقة) في نفس الوقت وذلك في سنة (1973-1974م) حيث وصل الوارد المائي لنهر الفرات (9.2) مليار متر مكعب حيث أنخفض عن معدله كثيرا الامر الذي أثر بشكل كبير على القطاع ، وتكررت المشكلة في عام 1990م حيث أنخفض وارد نهر الفرات الى (8.99) مليار متر مكعب، خصوصا وأن حوالي (68.4%) من الوارد المائي للعراق يأتي من خارج أراضيه، أما بالنسبة لنهر دجلة فقد كان الانخفاض واضحا من (17.85) مليار متر مكعب عام 1997م الى (10) مليار متر مكعب عام (2018م)، بدأت الموارد المائية في العراق في تلك الفترة ولكافة الاستخدامات تدخل في مرحلة الشحة وأبسط مثال على ذلك هو انخفاض نصيب الفرد العراقي من (5282) متر مكعب في عام (1990م) ليصل الى (2344) متر مكعب في عام (2007م) في حين بلغ نصيب الفرد في عام (2025م) الى أقل من (1000) متر مكعب للفرد سنويا، وهذا يدل على دخول العراق فعليا ضمن نطاق الفقر المائي، الأمر الذي ينذر بتداعيات عديدة و خطيرة على الأمن المائي والغذائي، ويعكس عجز السياسات المائية السابقة والحالية عن مواكبة التحديات المتزايدة، ويعود التدهور الى مجموعة من الظروف الخارجية (السياسة المائية التركية) فضلا عن الظروف الداخلية المتمثلة في الاستخدام الجائر وغير المستدام والتقليدي للموارد المائية وعدم وجود خطة تنمية حقيقية للموارد المائية في العراق ويشر ذلك الى ان العراق يعتمد اعتمادا كبيرا على مصادره في المياه من الأنهر العابرة للحدود والتي تجعل علاقته بدول المنبع حساسا ومتغيرا حسب السياسات في تلك الدول**(البدري، 2010، ص123).**

ثانيا: - التحديات السياسية والبيئية

تعد التحديات السياسية من أبرز العقبات التي أدت الى تفاقم أزمة المياه في الوقت الحالي، فمن المعلوم أن معظم أن لم تكن جميع مصادر المياه في العراق تأتي مصادرها من البلدان المجاورة (تركيا وايران) الأمر الذي دفع هذه الدول الى التحكم بموارد العراق المائية من خلال القيام بحفر الأنهار وبناء السدود، نتيجة الحاجة الماسة والنظرة المستقبلية أقامت تلك الدول بإنشاء العديد من المشاريع المائية ومما لا شك فيه أن هذه المشاريع تركت تأثيرا سلبيا على الواقع المائي العراقي وذلك لعدم استعداد العراق لظروف مناخية قاسية قد تواجهه، قد يضن البعض بأن تأثير المشاريع المائية التركية يقتصر تأثيرها فقط على الحصة المائية وأهميتها سواء كانت للزراعة أو للاستخدامات الأخرى، لكن في الحقيقة الأمر يتعدى ذلك بكثير أذ سيكون لتلك المشاريع تأثير واضح في سلوكها الدولي مع

العراق، فمن المعلوم أن العراق وسوريا يعدان نهري دجلة والفرات نهرين دوليين وتتمثل مطالبهما في المشاركة العادلة في مياههما، بينما ينظر الجانب التركي اليهما على أنهما نهران تركيان ومياههما عابره للحدود ومن حقها التصرف في كمية المياه التي ستمنح للدول خارج حدودها (طلفاح، واخرون، 2022، ص16).

تستمد تركيا أهميتها من التأثير الجيوبولتيكي على دول الحوض (سوريا والعراق) ليس كونها دولة المنبع فقط بل بوصفها المصدر الرئيسي لمياه نهري دجلة والفرات أذ تصل إيراداتها الى 88% من أجمالي أيرادات دجلة والفرات، لذا شكلت السياسة المائية التركية أحد التهديدات السياسية من خلال التأثير الجيوبولتيكي وما ينجم عنه من مخاطر بالغة على دول الحوض (سوريا والعراق) بواسطة مياه نهري دجلة والفرات التي وجدت فيها خير وسيلة لتحقيق مطامعها السياسية وذلك من خلال ما انشأته من سدود وما يرتبط بها من مشاريع أروائية أو زراعية واسعة التي ستؤثر على حصة كل من سوريا والعراق من مياه نهري دجلة والفرات (مكي، 2003، ص194).

وتتمثل أبرز المشاريع التركية في مشروع جنوب شرق الأناضول (GAP) الذي يعد من أكبر مشروع للتنمية الاقتصادية والاجتماعية في تاريخ الجمهورية التركية التي بدأت في تنفيذه منذ أوائل السبعينات من هذا القرن وهو مشروع متعدد الأغراض يتضمن (13) مشروعا أساسيا للري وتوليد الطاقة الكهربائية ، حيث تقام (7) منها على نهر الفرات و(6) مشاريع على نهر دجلة، عن طريق بناء سلسلة من السدود يبلغ عددها (21) سدا منها (17) مشروع على نهر الفرات و(4) على نهر دجلة يغطي المشروع (6) محافظات في المنطقة الجنوبية الشرقية من تركيا (غازي عنتاب ، ادي يامان ، شارلي اورفا ، سيرت ، ديار بكر)، وتبلغ مساحة المشروع (73,863) كم2 أي بنسبة تبلغ (9،5%) من المساحة الكلية لتركيا (المويشير، 2005، ص62)، ينظر جدول (1) .

جدول (1) المشاريع التركية على نهري دجلة والفرات

ت	اسم المشروع	الموقع	الطاقة الخزنية مليار م3
1	دجلة – قره كيزي	ديار بكر	1.92
2	باتمان	ديار بكر	0.74
3	سيزر	ماردين - نصيبين	3
4	قارزان	بتلس – سيرت - قارزان	0.50
5	اليسو	دراغيجيتين	10.4
6	باتمان – سيلوان	ديار بكر	3.9
7	مجموع مشروع كاب دجلة	جنوب تركيا	0.6
8	ديوه ليجمري	الحسكة	0.20
9	مشروع الفرات الأسفل (سد اتاتورك وتوابعه)	اورفه-اديامان-ماردين	48.70
10	مشروع قره قاريا	ديار بكر	9.54
11	مشروع الفرات الحدودي	عنتاب – اورفه - ماردين	9.40
12	مشروع اديامان -كاهته	اديامان	-
13	سد كيبان	قره صو	30.7
14	سد كولوكيو	جنوب تركيا	0.17

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على : مثنى فاضل علي الوائلي، التغيرات المناخية وتأثيراتها في الموارد المائية السطحية في العراق، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة الكوفة، 2012، ص114.

أدى انشاء تلك السدود الى انخفاض نسبة تدفق مياه نهري دجلة والفرات وكذلك أدى الى انعكاسات سلبية في المجالات الاقتصادية والزراعية والبيئية، منها حرمان مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية من المياه وتعطيل محطات توليد الطاقة وتردي نوعية المياه وتقليص الثروة السمكية وغيرها من الاضرار الناجمة عن انخفاض منسوب المياه في نهري دجلة والفرات، وتدل السياسات المائية التركية انها لا تقتصر على التحكم بالمياه فحسب،

بل انها تمتد لتكون أداة تمثل ضغطا سياسيا على العراق وسوريا، ومما يزيد من تعقيد إدارة الموارد المائية للدولتين (صوفي، ص2016، ص62).

اما بالنسبة للسياسة المائية الإيرانية تجاه العراق فتمثلت في تحويل عدد من روافد نهر دجلة الى داخل أراضيها مثل (الزاب الكبير، الزاب الصغير، الوند، كنكير، قره تو، نهر وادي أب نفط، نهر الشهابي، نهر الطيب، دويريج، بدرة، الكارون، الكرخة) (الجحيمي، 2021، ص551). ينظر جدول (2) .

جدول (2) المشاريع والسدود الايرانية المقامة على الأنهار العابرة من ايران الى العراق

ت	الانهار المشتركة بين العراق وايران	إقامة المشاريع والسدود	الاثار المترتبة على العراق
1	نهر بناوه سوته	انشاء سد	حجب المياه عن رافد الزاب الصغير
2	نهر هوشياري	انشاء سد وخزان	انقطاع المياه عن الاف الدونم الزراعية في قضاء بنجوين في محافظة السليمانية
3	نهر الوند	انشاء قناة	التأثير على تدفق المياه لنهر ديالى
4	نهر قره تو	انشاء عدد من السدود الصغيرة	انقطاع مياه النهر بالكامل التي تغطي مياه نهر ديالى
5	نهر كنكير	انشاء مشروع تحويل للأراضي الايرانية	حرمان قضاء مندلي من مياه النهر
6	مشروع الأفق الأزرق الايراني	تنفيذ مشاريع زراعية ضخمة	حجب مياه انهار(سيروان ،الوند، الكرخة ، الكارون) وتقليل منسوب مياه العراق تجاه ايران
7	نهر كنجان جم ونهر جنكيلان	شق قناة من النهرين وتحويلها لمحافظة مهران والى قناة غلام شاه	قطع المياه كليا عن ناحية بدرة وزرباطية في محافظة واسط
8	نهر الطيب	انشاء سد على النهر عند منطقة (دهلون) ومؤخرا تم قطع مياه النهر وتغيير مجراه نهائيا عن العراق	خلف اضرار بالغة بالمزروعات في محافظة ميسان
9	نهر دويريج	انشاء نهر على مجراه في منطقة (كبه هشلا)	تم قطع المياه نهائيا تجاه العراق
10	نهر الكرخة	انشاء سد بسعة تخزين (6مليار م3) وإنتاج الكهرباء بطاقة (250ميكاواط)	انخفاض منسوب مياه العراق
11	نهر الكارون	انشاء سدود وخزانات	توقف المياه لشط العرب وزيادة نسبة الملوحة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على: خالد جاسم الحجيمي، مصدر سابق، ص553.

قامت إيران بأنشاء عدد من السدود الاروائية التي حجزت خلالها كميات كبيرة من مياه تلك الأنهار، حيث نفذت تلك المشاريع على الرغم من وجود اتفاقيات ومعاهدات تاريخية بين الطرفين، أذ قامت إيران بالسيطرة على روافد نهر دجلة الواقعة في أراضيها حيث قامت بأنشاء سد (داريان) في عام 2018 الأمر الذي أدى الى خفض تدفق المياه من نهر (سيروان) الذي يعد أحد الروافد الرئيسية لنهر دجلة بنسبة (60%)، حيث قامت بشق نفق بطول (47 كم) بجوار السد الأمر الذي أدى الى تحويل مسار النهر بالكامل الى إيران (حسن، 2021، ص145).

و قامت بقطع مياه نهر الوند والكرخة وتحويل مجرى نهر الكارون (الرافد الوحيد لشط العرب جنوب محافظة البصرة) الى داخل الأراضي الإيرانية ، وتوسعت ايران في بناء السدود خلال العقود الثلاثة الماضية أذ أعلنت ايران عام 2019 عن خطط لأنشاء (109) سد على مدار عامين تقريبا ، وتجاوز عدد ما اقامته من سدود حتى عام 2025 اكثر من 300 سد ، الامر الذي أدى الى انخفاض حصة العراق المائية حيث تراجع كمية الوارد المائي للعراق بنسبة (60-70%) مما اثر سلبا على الحصة المائية الثابتة للمزارعين العراقيين، وزيادة اللسان الملحي في شط العرب ، حيث شهدت المناطق الحدودية للجهة الشرقية جفافا لا سابق له بفعل إجراءات الحرب غير المعلنة وغير القانونية التي تعد انتهاكا صارما للقانون الدولي الخاص بالأنهار المشتركة (هادي، 2025، ص288).

أما المحور الثاني فيتمثل في التحديات البيئية التي تعد من أبرز المشكلات التي تواجه العراق في الوقت الراهن ويأتي التصحر في مقدمتها، حيث أصبح التصحر من أخطر التحديات التي تواجهها الإنسانية في القرن الحالي وذلك لاعتبارها من المشاكل ذات الاثار السلبية لعدد كبير من دول العالم لا سيما المناطق الواقعة تحت تأثير الظروف المناخية الجافة وشبه الجافة ، ويعد العراق من بين تلك المناطق ، حيث بلغت المساحة المتصحرة في العراق (167 الف /كم2) بما نسبته (38.5%) والمهددة بالتصحر (238 الف / كم2) بنسبة بلغت (54.4%) من مجموع مساحة العراق (اليوزبكي، 2017، ص37).

في حين يتمثل التحدي البيئي الثاني في تلوث المياه، الذي يؤدي الى حدوث أضرار بالغة ومخاطر جسيمة على الكائنات الحية ويخل بالتوازن البيئي ، وتتمثل مصادر التلوث في مياه الفضلات الصناعية الناتجة من تصريف المواد الملوثة من المنشآت الحرفية والصناعية والتي تحتوي على المواد المعدنية العضوية والغير عضوية وتقدر كمية المخلفات الصناعية في العراق بـ (320) الف م3 نسمة، كذلك تعد مياه المجاري من أبرز المشاكل التي تشكل خطر كبير على الصحة العامة وتتبع خطورته كون العراق من الدول التي لا تمتلك منظومة متكاملة لمعالجة تلك المياه ، اما المصدر الثاني للتلوث فيمثل في مياه المبازل الزراعية والمترشحة من الترب الزراعية خاصة في المناطق الوسطى والجنوبية الامر الذي أدى الى زيادة نسبة الملوحة ، حيث وصلت نسبة الملوحة الى (5000) جزءا بالمليون، علما ان المياه الصالحة للشرب يجب ان لا تزيد عن (1000) جزء(ياسين، 2013، ص203).

ويعود سبب ذلك الى أعمال الري والبزل التي تقوم بها كل من تركيا وسوريا التي بلغت (489) وحدة بالمليون في عام (1990م) و (1400م) وحدة بالمليون عام (2020م) مما يحول دون الاستفادة من هذه المياه في الزراعة (الصحاف، 1973، ص174).

فضلا عن ذلك أدى انخفاض منسوب مياه نهري دجلة والفرات الى جفاف مستنقعات ما بين النهرين التي اقام فيها عرب الاهوار لأكثر من (5 الاف) سنة وكانت اكبر نظام بيئي في غرب اسيا المدرجة ضمن قائمة التراث البيئي العالمي . كما أسهمت أزمة المياه على جفاف بحيرة ساوة التي يبلغ طولها (4.47) كم وعرضها (1.77) كم التي يعود عمرها لألاف السنين والتي تعد من ابرز المناطق السياحية العراقية فضلا عن مكانتها في الثقافة العراقية كما أصبحت الأراضي المجاورة لها أراضي قاحلة، فضلا عن فقدان بحيرة حمرين الاصطناعية المصدر الرئيس للمياه في ديالى، ما يقارب (70%) من مياهها، أذ انخفضت قدرتها المائية الى نحو (350) مليون متر مكعب في الوقت الحالي في حين كانت تبلغ (3مليار) متر مكعب في عام (2018) (صالح، 2023، ص 154).

ثالثا: - تأثير أزمة المياه على الامن القومي والاجتماعي

مثل مفهوم الامن القومي البعد الاستراتيجي الذي تتفاعل فيه طبيعة الحدود الجغرافية للدولة التي تتداخل مع طبيعة علاقة الجوار ،يوجد مفهومان للأمن القومي، الأول المفهوم الضيق الذي يقتصر على الجانب العسكري فقط ، اما الاتجاه الواسع فيشمل جوانب متعددة (سياسية واقتصادية وتنموية وثقافية) تحمل اهداف الدول وقيمها ومصالحها ، وبعد اتساع مفهوم الامن القومي ، أصبحت قضية المياه جزء لا يتجزأ منه، بسبب الحاجة الماسة لها في مختلف جوانب الحياة لا سيما في مجال الزراعة ، لاسيما انها تعد من الركائز الاقتصادية الهامة، وتعتمد بشكال كبير على توافر الموارد المائية في ارواء المحاصيل، لكن نقص المياه في الآونة الأخيرة أدى الى انخفاض كبير في أنتاج المحاصيل الزراعية مما انعكس هذا الأثر على الامن الغذائي الوطني وزاد من الاعتماد على الاستيراد، تعد تقلص مساحة الأراضي الزراعية من ابرز تداعيات المشاريع الاروائية التركية وذلك بسبب عدم قدرة الجهات الحكومية على تنفيذ خططها الزراعية الطموحة، وهذا يعد مؤشرا على أن شحة المياه تحولت من مجرد مشكلة بيئية إلى تهديد مباشر للأمن الغذائي في العراق، مما يضاعف من أعباء الدولة اجتماعيا واقتصاديا. (صالح، 2023، ص154).

أذ أجبرت شحة المياه في خسارة أكثر من (4%) من الأراضي الصالحة للزراعة في المناطق الجنوبية وهذا يمثل ضربة قوية لقدرة البلاد الزراعية واكتفائها الذاتي هذا بالإضافة الى عواقب طويلة الاجل تتمثل في صعوبة العيش خصوصا في المناطق الريفية ، أما فيما يتعلق بالأمن الغذائي فيحتاج العراق الى (77) مليار متر مكعب لتلبية متطلباته الزراعية والصناعية والمدنية في حين تبلغ الكمية المتوفرة (35) مليار متر مكعب فقط الامر الذي يزيد من الفجوة الغذائية وتشكل نقطة ضعف اقتصادية مع زيادة احتمال الضغط السياسي وبالتالي التأثير على السيادة الوطنية للبلد (مركز حمورابي للبحوث والدراسات الاستراتيجية (2008).

وأفاد برنامج الأمم المتحدة لعام (2018) أن العراق يفقد سنويا (2500) هكتار من الأراضي الصالحة للزراعة، وأوضح مختصين في مجال المياه والأراضي أن مساحة الأراضي الصالحة للزراع أصبحت تعادل سبع مساحة الأراضي الزراعية البالغة (22) مليون دونم (صالح، 2023، ص 155).

اما التحدي الاجتماعي لأزمة المياه فيتمثل في تسبب في حدوث هجرات جماعية داخلية، فقد أفادت منظمة الهجرة الدولية بأن (21314) عراقيا نزحوا داخليا عام (2019م) في المحافظات الوسطى والجنوبية بسبب نقص المياه الصالحة للشرب، في حين بلغ عدد النازحين في أيلول 2023م بسبب الجفاف والتغير المناخي (130) ألف شخص واعتبارا من تشرين الأول (2024م) لاتزال أكثر من (28) ألف أسرة و(168696) فردا نازحة في 12 محافظة لاسيما وسط وجنوب العراق، يواجه هؤلاء النازحون صعوبات جمة في الحصول على سكن لائق وتوفير لقمة العيش، وتشير الإحصاءات الى تدهور وضع المياه ورداءة نوعياها والى انخفاض كبير جدا في االانتاج الزراعي وهذوهذه من شـأنها زيداة اعداد النازحين من هذه المناطق (المنظمة الدولية للهجرة 2023، ص8).

كما يؤثر نقص المياه والجفاف على العلاقات الاجتماعية، الأمر الذي يؤدي الى حدوث نزاعات بين القبائل وبالتحديد في المحافظات الجنوبية، حيث سجلت منظمة الأمم المتحدة الى حدوث مواجهات شبه يوميه في (38) موقعا في بغداد وحدها عام 2013م الى جانب النزاعات بين العرب والكورد والتركمان في كركوك، علاوة على ذلك فأن الأزمات الاقتصادية المرتبطة بنقص المياه أوجدت بيئة حاضنة لنشاطات التنظيمات الإرهابية وزيادة التجنيد بين صفوفها، حيث لوحظت تلك الظاهرة مرات عديدة وبالأخص عن دخول تنظيم داعش الإرهابي عام 2014م، الذي ضم العديد من تلك الطبقة المحرومة الى صفوفه ففي منخفض الثرثار الواقع شمال غرب محافظة تكريت وشمال الانبار انضم المزارعون الذين لديهم حقول قريبة من الرمال الزاحفة الى التنظيم بأعداد كبيرة مقارنة بنظرائهم في وادي النهر (صالح، 2023، ص157).

تعد شحة المياه في العراق من أبرز الأسباب التي دفعت سكان الريف الى الهجرة الى المدن ، حيث هاجر الالاف من سكان الريف الى المدن خلال الآونة الأخيرة بحثا عن حياة أفضل مما يشكل ضغطا كبيرا على المناطق الحضرية، ويعاني نظام الادارة المائية في العراق من أثار الحروب والعقوبات واهمال البنى التحتية حيث تمثل أدارة المياه تحديا كبيرا أذ أشار تقرير الامم المتحدة الى أن العراق يهدر حوالي (50%) من المياه بسبب قصور الأنظمة وهدر المياه في المنازل أضافة الى الزيادة السكانية المطردة (المحمدي،2015، ص30).

لم تعد ازمة المياه في العراق مشكلة بيئية أو خدمية فحسب بل تحولت الى تحد استراتيجي يرتبط بصورة مباشرة بمستقبل التنمية والاستقرار والوطني، فقد كشف تحليل الوضع الحالي عن تراجع واضح للموارد المائية وتزايد الضغوط عليها، في ظل تأثير التغيرات المناخية، والسياسات المتبعة من دول المنبع، الى جانب المشكلات الداخلية التي تتمثل بضعف الإدارة المائية فضلا عن ارتفاع معدلات الهدر، كما أدت التحديات السياسية والبيئية في تفاقم تلك الأزمة، الأمر الذي أنعكس بشكل مباشر على الأمن القومي من خلال تهديد الأمن الغذائي وزيادة وظهور المشاكل الاقتصادية والاجتماعية، أن معالجة تلك الأزمة تتطلب تبني رؤية وطنية متكاملة، من خلال الادارة المستدامة للموارد المائية، وتعزيز التعاون الإقليمي، فضلا عن توظيف التقنيات الحديثة لضمان الأمن المائي وحماية حقوق الأجيال القادمة.

المبحث الثالث: استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في تحليل الأمن المائي والتغير المناخي

يقصد بالذكاء الاصطناعي (AI) هو أحد فروع علوم الحاسوب التي تركز على تطوير أنظمة قادرة على محاكاة القدرات الذهنية البشرية وأداء مهام معقدة تتطلب ذكاءً وفهمًا، تعود جذور الذكاء الاصطناعي إلى منتصف القرن العشرين، حين بدأ العلماء في تطوير نماذج رياضية وخوارزميات تساعد الآلات على تنفيذ المهام التي تتطلب التفكير البشري، شهد هذا المجال قفزات نوعية مع ظهور الحواسيب الحديثة وازدياد قدراتها.

ويُعرف الذكاء الاصطناعي على أنه تقنية تتم برمجتها لتقليد الحكم البشري والمهارات المعرفية ويمكن تصميمها من أجل اتخاذ الإشارات البيئية، وعلى أساس هذه الإشارات تتم عملية التنبؤ أو اتخاذ قرارات أو إجراءات عبر أنظمة الذكاء الاصطناعي (AI)، والجدير بالذكر، أن هذه الأنظمة تتعلم من البيانات ويمكنها أن تتطور تلقائيا مع مرور الوقت نتيجة التعرض لبيانات أخرى جديدة دون أن تتم برمجتها من قبل الإنسان بشكل صريح، كما يُعرف بانه استخدام إسلوب تقني جديد وبرامج حاسب آلي حديثة في عمل أنظمة مبرمجة يمكن استخدامها في صنع آلات تحاكي الذكاء البشري من أجل استنتاج حقائق يتم تمثيلها في ذاكرة الحاسوب (محمد،2026، ص432).

بينما يقصد الأمن المائي هو مفهوم يشمل توافر الوارد المائية وإمكانية الوصول إليها واستدامتها ويتناول التحديات المتعلقة بنوعية المياه وكميتها والتوزيع العادل لهذا المورد الحيوي؛ و لا يقتصر على توفير المياه فحسب بل يتعلق أيضًا بضمان الأمن المائي للاستهلاك البشري والزراعة وصحة النظام الإيكولوجي بشكل عام ويتعلق الأمن المائي في جوهره بحصول جميع الأفراد والمجتمعات المحلية على المياه الكافية والمأمونة والميسورة التكلفة لتلبية احتياجاتهم الأساسية ويتجاوز هذا المفهوم المجال المنزلي ويأخذ بعين الاعتبار متطلبات الزراعة والصناعة، فضلاً عن التوازن المعقد للنظم البيئية المعتمدة على المياه، لا يتعلق الأمن المائي بالوجود المادي للمياه فحسب بل أيضًا بإدارتها المستدامة وتوزيعها العادل وحمايتها من التلوث والاستنزاف (هرموزي، 2024، ص168).

وتجدر الإشارة إلى أن هذا المفهوم يواجه تحديات متزايدة في ظل التغيرات المناخية، إذ تواجه موارد المياه في ظل استمرار تغير المناخ وتأثيراته، تواجه موارد المياه في العالم بشكل عام والعراق بشكل خاص، تحديات وضغوطًا كبيرة ومتزايدة، فهي تؤثر بشكل مباشر على الأمن المائي، حيث تصبح كميات المياه المتاحة وجودتها أقل استقرارًا، وللأسف، تعتمد الطرق التقليدية لإدارة المياه غالبًا على نماذج فيزيائية وإحصائية بسيطة، والتي قد تعجز عن التعامل مع التعقيدات والأنماط غير الخطية الناتجة عن التغيرات المناخية المستمرة، وفي ظل محدودية كفاءة هذه الأساليب والطرق التقليدية في التعامل مع المشاكل المناخية والمائية، برزت الحاجة إلى تقنيات أكثر تطورًا وحداثة وهنا يأتي دور الذكاء الاصطناعي، حيث يوفر أدوات متقدمة لتحليل بيانات ضخمة ومتنوعة من مصادر متعددة مثل بيانات الهيدرولوجيا، الأرصاد الجوية، وبيانات الاستشعار عن بعد، وتتمثل هذه القدرات من خلال مجموعة من الأدوات والتقنيات التي يستخدمها الذكاء الاصطناعي في تحليل وتقييم البيانات المناخية والمائية، ومن أبرزها ما يأتي: (Chang et al., 2023, p. 9):

1- **تحسين التنبؤات الهيدرولوجية:**

تعتمد نماذج الذكاء الاصطناعي على تقنيات مثل التعلم العميق والشبكات العصبية للتنبؤ بدقة أكبر بتدفقات الأنهار، مستويات المياه الجوفية، وحدوث الجفاف أو الفيضانات مقارنة بالطرق التقليدية.

2- التنبؤ بتقلبات الموارد المائية:

من خلال تحليل البيانات على مدى الزمن، يمكن التنبؤ بكيفية تأثر الموارد المائية بتغير المناخ، مما يمكّن الجهات المعنية من التخطيط طويل المدى لمواجهة أي نقص محتمل.

3- تحسين إدارة المياه:

تساعد هذه النماذج في تحسين توزيع المياه، تقدير الطلب المستقبلي، وتقليل الهدر، بما يدعم تعزيز الأمن المائي واستدامة الموارد في ظل ظروف مناخية متقلبة.

الذكاء الاصطناعي لا يعمل بمعزل عن التغير المناخي، بل يشكل أداة أساسية لفهم تأثيرات هذه التغيرات على نظم المياه، من خلال تحليل البيانات المعقدة والتنبؤ بالظواهر الهيدرولوجية، يسهم الذكاء الاصطناعي في دعم صانعي القرار لتحسين إدارة الموارد المائية، وتعزيز مرونة المجتمعات في مواجهة تحديات المناخ المتغير.

لم تعد الأدوات القديمة كالسدود والبحيرات الموسمية والحسابات التخمينية لنسبة الهطول كافية لسد حاجات الكائنات الحية المتزايدة على المياه العذبة فمع اتساع البشر بصورة افقية بالزيادة الطبيعية وغير الطبيعية وعمودية بزيادة حاجة البشر المتنوعة المقرونة بالرفاهية مرة وبضرورة الحياة الحديثة تارة اخرى.

هنا أصبح الزاما على المعنين من حكومات ومنظمات معنية بل حتى الافراد المختصين الذين يستشعرون خطر شح المياه العذبة بالتفكير مليا بإيجاد طرق تقي من خطورة نفاذ المياه.

وبناء على ما سبق، يمكن التطرق إلى أهم وأبرز أدوات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في الدراسات المائية والمناخية، والتي تساهم وتساعد في تحليل البيانات والتنبؤ بالظواهر المتعددة، ومن أبرزها:"

اولا: - التعلم العميق:

يعمل التعلم العميق بناءً على خوارزميات كبيرة مبنية على تركيب معلومات تراكمية واحدة فوق الاخرة وتسمى بالتعلم العميق (Deep Learning) "وتعني هرمية المفاهيم التي تسمح للحاسوب بتعلم المفاهيم المعقدة من خلال بنائها من مفاهيم ابسط، فهذا الفرع من الذكاء الاصطناعي كفيل بتوقع نسب التساقط واماكنها وعليه يكون هذا الفرع أداة تبشيرية وتحذيرية لتنبؤ المستقبل **(Goodfellow et al., 2016).**

ثانيا: - خوارزميات الرؤية الحاسوبية (Computer Vision):

بالاعتماد على الصور الجوية والمرئيات الفضائية عبر فترات زمنية بعيدة وقريبة يتم معرف انخفاض مناسيب المياه وارتفاعها في الخزانات المائية وتحديد حركة التصحر، فالرؤية الحاسوبية هي سد الفجوة ما بين الصورة البكسلات وفهم المعنى فهي ليست من اجل تسجيل الصور بل لإدراك وتفسير العالم من خلال البيانات البصرية **(Szeliski, 2022).**

ثالثا: - النمذجة التنبؤية (Predictive Modeling):

بالوقت الذي يشهد فيه العالم التطور الحديث أصبح من الإحصاء التقليدي أداة بطيئة ومركبة المعلومات فهي أداة لا تعد سريعة ومجدية بالوقت الحاضر، النمذجة التنبؤية هي عملية تطوير أداة او نموذج رياضي يولد تنبؤاً دقيقاً ينصب تركيزه على تفسير العلاقة الجوهرية بين المتغيرات **(Kuhn & Johnson, 2013).**

وعلى المستوي التطبيقي وفي ظل التحديات التي يواجهها العراق من ازمة مياه وتغير مناخي برزت في السنوات الأخيرة أدوات الذكاء الاصطناعي بوصفها وسائل حديثة وثورة معلوماتية وبالتالي يمكن استعراض بعض النماذج التطبيقية التي توضح كيفية استخدام هذه التقنيات في تحليل أزمة المياه والتغير المناخي في العراق، ويكون ذلك على النحو الآتي:

1- الذكاء الاصطناعي في إدارة شبكات المياه ومراقبة جودتها:

تعمل العديد من المدن على دمج الذكاء الاصطناعي في شبكات توزيع المياه لتحسين كفاءة التشغيل، باستخدام تقنيات مثل الاستشعار الذكي، يمكن للذكاء الاصطناعي مراقبة تدفق المياه في الأنابيب وتحديد، مواقع التسريبات أو الانقطاعات في النظام، كما يمكنه تحديد أولويات الصيانة والإصلاح بناءً على بيانات حية، ففي العديد من المحافظات العراقية تعاني البنية التحتية لشبكات المياه من التقادم وكثرة التسربات، الأمر الذي يؤدي إلى هدر كميات كبيرة من المياه الصالحة للشرب، وهنا يمكن لتقنيات الاستشعار الذكي المدعومة بالذكاء الاصطناعي أن تلعب دورًا مهمًا في مراقبة تدفق المياه داخل الأنابيب بشكل لحظي، وتحديد مواقع التسرب أو الأعطال بدقة عالية، مما يسهم في تقليل الفاقد وتحسين كفاءة التشغيل، فين حين تعد جودة المياه من القضايا الأساسية في إدارة الموارد المائية في العراق، اذ ان التلوث الذي ينتج عن النشاط البشري مثل تصريف المياه العادمة أو المبيدات الزراعية في نهري دجلة والفرات، يشكل تهديدًا حقيقيا للمياه العذبة، لكن التحدي يكمن في القدرة على رصد وتحديد مستويات التلوث في الوقت الفعلي، لاسيما في المناطق الريفية والنائية التي تفتقر إلى محطات المراقبة التقليدية، وحديثا أصبح الذكاء الاصطناعي قادرًا على تحسين قدرة أنظمة مراقبة جودة المياه، باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد يمكن جمع البيانات من الأنظمة المائية المختلفة مثل الأنهار البحيرات والخزانات، تُستخدم هذه البيانات في تدريب نماذج الذكاء الاصطناعي للكشف عن التغيرات الدقيقة في مستويات التلوث التي قد لا تكون مرئية عبر الطرق التقليدية، مما يمكن الجهات المختصة لاتخاذ إجراءات سريعة وفعّالة للحد من التلوث، وحماية الموارد المائية(الدرندلي، 2025، ص 29-30).

2- التنبؤ بالجفاف باستخدام الذكاء الاصطناعي:

يمكن للذكاء الاصطناعي ان يكون عبر ادواته أداة فعالة ومتقدمة في تحليل ظاهرة الجفاف ورصد تطوراتها، ومن خلال تقنياته المتعددة تزويد الخبراء بالوسائل المطلوبة لوضع استراتيجيات التخفيف في المناطق التي تعاني من مشاكل النقص في المياه، كما انها تساهم في تمكين استراتيجيات في إدارة المياه من خلال التنبؤ المبكر مما يمكن المختصين من وضع خطط، استباقية للتخفيف من اثار ظاهرة الجفاف، مما يعكس أهمية استخدام هذه الأدوات وتوظيفها بما يجعل الذكاء الاصطناعي ان يكون نهجًا تحويليًا نحو إدارة المياه أكثر مرونة واستدامة، ويُعد العراق احد الدول التي يمكن أن تستفيد من هذه التقنيات، نظرًا لتعرضه لموجات الجفاف وتراجع في الموارد المائية، مما يجعل توظيف الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالجفاف وإدارته ضرورة ملحّة لتعزيز الأمن المائي والغذائي فيه.

(محمود، 2024، https://arsco.org/articles/article-detail-44372/)

3- النمذجة المناخية والتنبؤ بها:

تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل كبير في تحسين النمذجة المناخية والتنبؤ بالظواهر الجوية عبر تحليل مجموعات بيانات ضخمة وهائلة تشمل درجات الحرارة، كميات تساقط الأمطار، فضلا عن تركيب الغلاف الجوي وذلك عن طريق استخدام خوارزميات التعلم الآلي المتقدمة وهذا يتيح إعداد تنبؤات مناخية دقيقة؛ مما يساعد العلماء وصنّاع السياسات المتعلقة بهذا الشأن على توقع التغيرات في أنماط الطقس والظواهر المناخية المتطرفة والاستعداد لها بشكل فعّال بما يضمن الحد من مظاهر او تأثيرات هذه الظواهر المتطرفة (امال، 2025، ص 184) .

4- رسم خرائط التصحر باستخدام الذكاء الاصطناعي:

يستخدم الذكاء الاصطناعي وصور الأقمار الصناعية والخبرات البيئية أيضا لرسم خريطة تأثير التصحر على أزمة المناخ، وفي هذا السياق أكدت شركة (Intelligence Space) أنها عملت في أكثر من 30 دولة وقد قامت برسم خرائط لأكثر من مليون هكتار من الأراضي من الفضاء باستخدام بيانات الأقمار الصناعية؛ تقنية الشركة تمكن من قياس مؤشرات مثل معدلات التصحر وكمية الكربون المخزنة في الغابة عن بعد، ونظرا لان العراق يعاني من اثار التغيرات المناخية ولاسيما ازدياد ظاهرة التصحر على أراضيه، اذ تعمل هذه التقنيات عبر استخدام صور الأقمار الصناعية وتحليلها بخوارزميات الذكاء الاصطناعي لاستخراج مؤشرات مثل الغطاء النباتي ورطوبة التربة، ثم تُستخدم هذه البيانات لإنتاج خرائط تحدد مناطق التصحر الحالية والمتوقعة، لاسيما في المناطق الجافة مثل صحراء العراق الغربية، فان رسم خرائط التصحر يُعد بمثابة أداة استراتيجية لفهم حجم المشكلة بدقة، والتخطيط لمعالجتها بشكل علمي دقيق، اذ انها تسهم بشكل فعال في تعزيز الأمن البيئي والغذائي وذلك من خلال

عملها في الحد من تدهور الأراضي الصالحة للزراعة وتحسين إدارة هذه الموارد الطبيعية بما ينسجم في الحفاظ عليها واستدامتها(امال، 2025، ص 186).

5- الزراعة الذكية والري الدقيق:

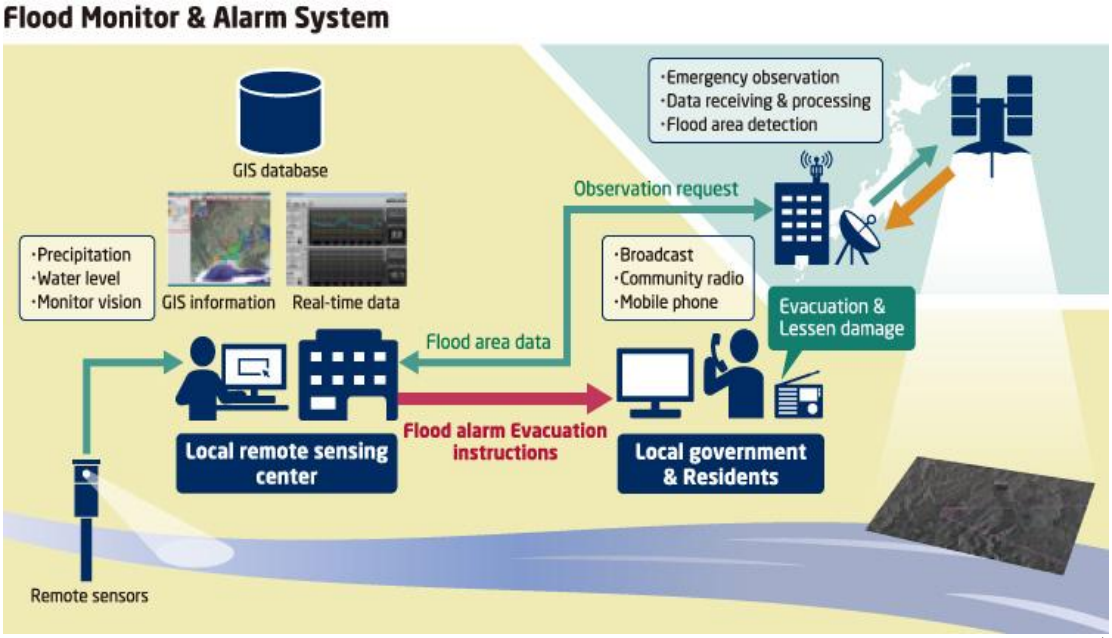
تستهلك الزراعة ما يقارب 70% من المياه العذبة على مستوى العالم، مما يشكل ضغطا على الموارد المائية المتاحة مع تفاقم تأثيرات التغيرات المناخية والتي تعاني منها دول عديدة، ومن ضمنها العراق، الذي يواجه تحديات كبيرة لاسيما وانه يعاني شحة الموارد المائية العذبة وتناقصها، وان طرق الزراعة التقليدية والكلاسيكية تسهلك كميات كبيرة في ري المحاصيل الزراعية وهذا يشكل ضغطا بشكل واخر على الموارد المائية العذبة في ظل شحتها (عبد اللطيف، 2026، ص2208).

ويأتي التقنيات المستخدمة لتقليل هذا الهدر المائي وزيادة الإنتاجية ممثلة بالزراعة الذكية التي يعبر عنها بانها الاعتماد على الأساليب الحديثة للعمليات الزراعية والإنتاج، الذي يستخدم التقنيات الرقمية وأنظمة التحكم المتطورة تكنولوجيا داخل المرافق الزراعية، حيث تقوم هذه الأنظمة بجمع وتحليل البيانات من مجموعة واسعة من البيانات من المصادر المتعددة كالظروف الجوية ورطوبة التربة ونمو المحاصيل، بهدف تعزيز كفاءة الزراعة واستدامتها من خلال التقليل من الاثار البيئية وزيادة الإنتاجية (خوشناو، 2023، ص7).

6- إدارة الازمات:

يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة وتقييم الازمات والمخاطر واستخدام نماذج تنبئية تحديد هذا الازمات او المخاطر المحتملة الحدوث، وساهمت النماذج الذكية مثل (FloodHub) في تقليل الخسائر الناتجة عن الفيضانات المفاجئة من خلال توفير نافذة زمنية للتحذير قبل وقوع الحدث (ينظر شكل2)، وتطوير أنظمة الإنذار المبكر القائمة على الذكاء الاصطناعي وتقييم استراتيجياتها في اتخاذ القرارات والإجراءات المناسبة وتبرز أهمية تطبيق هذه التقنيات بشكل كبير لاسيما إذا تعرضت مناطق البلاد الى فيضانات او سيول مفاجئة نتيجة الأمطار الغزيرة المفاجئة أو زيادة الإطلاقات المائية في نهري دجلة والفرات مستقبلا، وان استخدام هذه النماذج الذكية في مراقبة مناسيب الأنهار الرئيسة كدجلة والفرات، والتنبؤ بمخاطر الفيضانات في المحافظات القريبة من مجاري الأنهار، فان ذلك يساعد بشكل كبير على التقليل الخسائر المحتملة سواء كانت بشرية ام مادية، فضلا عن تحسين سرعة الاستجابة للطوارئ وبأقصى درجة ممكنة، وتعزيز كفاءة إدارة الأزمات المائية في الدولة (بورويق، 2025، ص141-142).

شكل (2) الية عمل نظام مراقبة الفيضانات والإنذار المبكر



المصدر: https://www.nec.com/en/global/solutions/space/remote_sensing/index.html?utm_source=chatgpt.com

يبين شكل (2) الية عمل نظام مراقبة الفيضانات والإنذار المبكر والذي المعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي، الذي يعمل على دمج بيانات مختلفة المصادر تشمل صور الأقمار الصناعية، وبيانات الأرصاد الجوية، ومستويات المياه في الأنهار اذ تقوم خوارزميات التعلم الآلي بتحليل هذه البيانات بشكل ديناميكي لاكتشاف الأنماط غير الطبيعية والتي قد تكون مؤشرا إلى احتمالية حدوث فيضانات، كما يعطي هذا النظام إصدار تنبيهات مبكرة قبل وقوع الحدث بفترة زمنية كافية، مما يساعد الجهات المختصة على اتخاذ إجراءات وقائية تحد من الخسائر البشرية والمادية، وتبرز أهمية هذا النظام في الدول التي تعاني من تقلبات مناخية حادة مثل العراق، حيث يمكن توظيفه في مراقبة مناسيب نهري دجلة والفرات وتحسين كفاءة إدارة الأزمات المائية، ومما سبق، يتضح أن أنظمة الإنذار المبكر المرتكزة على الذكاء الاصطناعي وتقنياته تتفوق على الأساليب التقليدية بشكل يشكل كبير جدا مقارنة بسرعة الاستجابة ودقة التنبؤ، مما يمكنها من ان تكون أداة استراتيجية مهمة في تحقيق غاية الأمن المائي في العراق.

التحديات:

1- ضعف البنية التحتية التقنية:

يعد من أبرز المعوقات أمام استخدام وتوظيف الذكاء الاصطناعي لاسيما في تحليل الأمن المائي والتغير المناخي، إذ يعتمد تطبيق هذه التقنيات على توافر بيئة رقمية متقدمة تشمل شبكات اتصال مستقرة، وقدرات حاسوبية كافية ونظم بيانات متكاملة، إلا أن العراق لاي يزال يعاني من عقبات واضحة في هذا المجال، حيث تتسم خدمات الإنترنت بعدم الاستقرار والانقطاع المتكرر وارتفاع الكلفة نسبيا مقارنة بدول العالم، فضلًا عن المحدودية في البنية التحتية الرقمية في المؤسسات الحكومية المختصة بإدارة الموارد المائية، ورغم التحسن النسبي في نسب الوصول إلى الإنترنت في العراق والتي بلغت نحو (75%)، إلا أنها تبقى دون المستوى المطلوب مقارنة بالمعايير العالمية، مما يحد من إمكانية بناء أنظمة ذكية متكاملة، وبناءً على ذلك، فإن هذا الضعف في البنية التحتية التقنية لا يؤثر فقط على استخدام الذكاء الاصطناعي بشكل عام، بل ينعكس ذلك وبشكل مباشر على تحليل الموارد المائية كفاءتها والتنبؤ بالتغيرات المناخية، مما يستدعي ضرورة تطوير البنية الرقمية كخطوة أساسية لتعزيز الأمن المائي في العراق(الربيعي، https://linksshortcut.com/UzOce).

2- الطلب على المياه والتنبؤ به:

ان أهم التحديات الأساسية الاساسية في إدارة موارد المياه هو عدم القدرة على التنبؤ بالطلب على المياه الذي يرتبط بعوامل الطقس والمناخ، والنمو السكاني، والمتطلبات الصناعية والزراعية، لذا سيكون من الضروري تحليل اتجاهات هطول الأمطار وتقلبات المناخ، لكي نقدر إمدادات المياه المطلوبة للأشهر القادمة وفق الحاجة الفعلية لتجنب الاسراف والهدر، ففي العراق تؤدي التقلبات المناخية إلى انخفاض هطول الأمطار(30%)، ويترتب على هذا انخفاضًا في توافر المياه بنسبة تتراوح بين (13-15%) وارتفاع درجات الحرارة بنسبة (6%) وكلاهما سوف يؤثر بشكل مباشر على الطلب على المياه، لذا يمكن للذكاء الاصطناعي نمذجة هذه التغيرات من خلال تحليل بيانات الطلب على المياه بقيد قلتها او قلة الامطار وايجاد عدة سيناريوهات من الحلول لاستثمار المياه باقل قدر من الاستخدام المقنن لضمان إمدادات مياه كافية، فيمكن لدوائر الري تخصيص الموارد بكفاءة ودقة أكبر، بتحسين الري، وتخزين المياه، وإعادة استخدامها وتقليل الاستهلاك المفرط خلال فترات ذروة الطلب خلال مواسم الجفاف (العوادي، 2025، https://www.azzaman-iraq.com/content.php?id=116124).

3- قلة الكوادر المتخصصة المحلية في مجال الذكاء الاصطناعي:

يعاني العراق من قلة الكوادر المتخصصة واللازمة لدفع عجلة الابتكار في مجال الذكاء الاصطناعي والعاملة في تحليل البيانات الذي يعد من أحد التحديات الأساسية في العراق، إذ تتطلب هذه التقنيات خبرات متقدمة في علوم البيانات والهيدرولوجيا والنمذجة المناخية. اذ تشير التقارير الدولية في المقابل، يواجه العراق هجرة العقول، حيث يهاجر العديد من أبرز كوادره إلى الخارج بسبب محدودية الفرص المتاحة في قطاعي الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا، إن غياب برامج جامعية قوية تركز على الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي يزيد من تفاقم هذه الفجوة، مما يترك البلاد بدون القوى العاملة الماهرة اللازمة للمنافسة في الاقتصاد العالمي القائم على الذكاء الاصطناعي فضلا عن ذلك يحد من إمكانية تطوير وتطبيق حلول الذكاء الاصطناعي في مختلف القطاعات، بما فيها قطاع المياه (عبد زيد، 2025، https://uomus.edu.iq/Department/Details/95189)

4- ضعف التكامل المؤسسي:

يُعد ضعف التكامل المؤسسي بين الجهات الحكومية المعنية بإدارة الموارد المائية من أبرز التحديات في العراق، إذ تعاني المؤسسات من تشتت في الأدوار ومسؤوليات غير موحدة لتبادل البيانات والتنسيق، مما يحد من فعالية التخطيط وإدارة الموارد، وقد أشار تقرير البنك الدولي إلى أن التركيب المؤسسي الحالي في قطاع المياه فيه غير متكامل ومشتت بين المؤسسات المختلفة دون وجود نظام فعال لتبادل البيانات والتنسيق، مما يضعف فعالية السياسات المتبعة في إدارة الموارد المائية، وان غياب التنسيق ما بين الوزارات المركزية والمحافظات من شانه

ان يخلق من حالة التنازع والصراع المؤسسي، ما ينعكس سلباً على استقرار الخدمات المائية في المناطق (ناصر، 2025، ص250).

وفي ظل التغيرات المناخية الحاصلة، يصبح ضعف التكامل المؤسسي عائقًا رئيسيًا أمام إدارة المياه بكفاءة، ونظرا لاعتماد الذكاء الاصطناعي على تكامل البيانات من مصادر متعددة لرصد التغيرات المناخية، التنبؤ بالفيضانات والجفاف، وتحسين توزيع الموارد المائية، إلا أن غياب التنسيق المؤسسي في العراق يؤدي إلى تشتت البيانات، والى بطء في اتخاذ القرارات اللازمة، وكذلك صعوبة تنفيذ الاستراتيجيات الفعّالة للتكيف مع أزمة المياه ولاسيما ان كانت هذه متطابقة مع المعايير التي تهدف تحقيق الاستدامة البيئية والمناخية (محمد، 2025، ص40).

الخاتمة:

يتضح أن العراق يواجه تحديات مركبة ومتزايدة التعقيد لاسيما في مجال الأمن المائي، بسبب التداخل بين العوامل الطبيعية والبشرية والتبعات السياسية، فأن التغيرات المناخية تمثل كعامل مهم له الدور الاكبر في انخفاض الموارد المائية وذلك من خلال ارتفاع درجات الحرارة وتذبذب وانخفاض معدلات الهطول المطري، الأمر الذي أدى إلى زيادة معدلات التبخر وتراجع الإيرادات المائية، وبالتالي اتساع فجوة العرض والطلب على المياه.

كما أن أزمة المياه في العراق لم تعد مجرد مشكلة بيئية، بل تحولت إلى أزمة استراتيجية ذات أبعاد جيوبولتيكية متعددة، نتيجة اعتماد العراق شبه الكلي على المياه العابرة للحدود، وما يقابله ذلك من سياسات مائية لدول المنبع، فضلًا عن التحديات والمعوقات الداخلية المتمثلة في ضعف الإدارة المائية، وتدهور البنى التحتية، والتلوث والتصحر، وهو ما انعكس سلبًا على الأمن الغذائي والاستقرار الاجتماعي، وزاد من معدلات الهجرة.

ومن جانب اخر يعد الذكاء الاصطناعي أداة حديثة وفعّالة يمكن من خلالها أن تسهم في التخفيف من حدة الأزمة، وذلك من خلال تحسين التنبؤ بالظواهر المناخية، وإدارة الموارد المائية بكفاءة أعلى، ومراقبة جودة المياه، وتطوير الزراعة الذكية، إلا أن استخدام وتوظيف هذه التقنيات في العراق لا يزال يواجه تحديات هيكلية عديدة تتعلق بضعف البنية التحتية الرقمية، وقلة الكوادر المتخصصة، وضعف التكامل المؤسسي.

وعليه، يمكن القول إن معالجة أزمة المياه في العراق تتطلب تبني رؤية استراتيجية شاملة تقوم على التكامل بين الإدارة المستدامة للموارد المائية، وتعزيز التعاون الإقليمي مع دول الجوار، وتطوير البنى التحتية والتقنية، مع الاستثمار في تطبيقات الذكاء الاصطناعي بوصفها أداة مستقبلية داعمة لصنع القرار، وإن تحقيق الأمن المائي في العراق لم يعد خيارًا، بل ضرورة حتمية لضمان الاستقرار الاقتصادي والاجتماعي، وحماية حقوق الأجيال القادمة في موارد مائية آمنة ومستدامة.

الاستنتاجات:

1- ان تزامن التغيرات المناخية مع النمو السكاني المتسارع وزيادة الطلب وسوء إدارة الموارد أدى الى اتساع الفجوة بين العرض والطلب، وتعقيد مشكلة المياه في العراق.

2- ان انخفاض نصيب الفرد من المياه إلى نحو (479 م^3 سنويا) بحلول عام 2030 يعكس دخول العراق مرحلة الشح المائي الحاد وفق المعايير الدولية.

3- تعد السياسات المائية لدول المنبع (تركيا وإيران) والاعتماد الكبير على الموارد العابرة للحدود جعل العراق عرضة لانخفاض الإيرادات المائية، مع تأثيرات سلبية على القطاع الزراعي فضلا عن الاقتصاد المحلي.

4- ان التحديات البيئية، بما فيها التصحر وتلوث المياه، تزيد من صعوبة إدارة الموارد المائية وتؤثر على الاستقرار الاجتماعي من خلال النزاعات والصراعات وعدم الاستقرار والهجرة الداخلية.

5- تؤدي هذه التحولات إلى تراجع الإنتاج الزراعي بشكل عام، وزيادة الضغوط على الأمن الغذائي العراقي، بما ينعكس سلبًا على الاستقرار الاقتصادي والحد من فرص التنمية المستدامة.

6- يمكن لأزمة المياه في العراق ان تتحول إلى تهديد استراتيجي للأمن القومي والاقتصادي، اذ تؤثر على إنتاج المحاصيل، وعلى الأمن المائي فيه.

7- يمثل الذكاء الاصطناعي أداة فعّالة لتحليل البيانات المناخية والمائية والتنبؤ بالجفاف والتصحر والفيضانات، ما يجعله مساهما في وضع الخطط الاستراتيجية لادارة الموارد المائية وعلى استدامتها .

8- تظهر البيانات أن قطاع الزراعة يستهلك نحو (73%) من المياه العذبة المتوفرة في العراق، مما يوكد الضرورة الملحة لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي مثل الري الذكي لرفع كفاءة الاستخدام وتقليل الاستنزاف.

9- تقنيات الذكاء الاصطناعي الرؤية تعزز من دقة التنبؤ بالموارد المائية وتعمل تقليل الهدر وتحسين توزيع المياه وجودتها.
10- ان توظيف أدوات الذكاء الاصطناعي بانواعها يعزز القدرة على تحليل البيانات المناخية والمائية، التنبؤ بالأزمات المستقبلية، وتحسين إدارة الموارد المائية لتعزيز الأمن المائي واستدامة التنمية.
11- بالرغم من أهميته الكبيرة والملحة، يواجه تطبيق الذكاء الاصطناعي في العراق تحديات معوقات رئيسة عديدة ، تتمثل في ضعف البنية التحتية التقنية، ونقصا في الكوادر المتخصصة، وضعف التكامل المؤسسي مقارنة بدول العالم، مما يحد من استخدام وتوظيف هذه التقنيات في معالجة أزمة المياه فيه.**التوصيات :**
1- وضع خطة وطنية استراتيجية قصيرة وطويلة الأمد للحد من خطورة وتاثيرات التغيرات المناخية والتكيف مع مظاهرها مستقبلا.
2- تعزيز التعاون الإقليمي مع دول المنبع تركيا وايران وضمان حقوق العراق المائية ووفقا للاتفاقيات الدولية .
3- العمل على مكافحة التصحر وزيادة المساحات الخضراء وحماية الأراضي الزراعية من التصحر ومن التدهور.
4- -دعم القطاع الزراعي بالجداول الارشادية للري الحديث من خلال استقراء الانواء الجوية عبر الذكاء الاصطناعي (التعلم العميق).
5- استخدام أدوات الرصد ولمتابعة لمنظومات وانابيب مياه الشرب.
6- استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي الحديثة بمختلف أنواعها من خلال هيئة خاصة تابعة الى رئاسة الوزراء عملها مرتبط بين المراكز البحثية في الجامعات والوزارات المعنية في تطبيق الخطط الإستراتيجية ومواجهة التحديات.
7- استخدام الذكاء الاصطناعي في تحليل بيانات المناخ والمياه، والتنبؤ بالأزمات المستقبلية.
8- تعزيز المراكز البحثية في الجامعات لتوفير قاعدة بيانات تعوض النقص في المعلومات الإحصائية.

المراجع:

أولًا: المراجع العربية

1- إبراهيم، فاضل جواد دهش. (2011). آثار شحة المياه على المساحة والإنتاج الزراعي في محافظة بغداد. المجلة العراقية للعلوم الاقتصادية، 9(31)، 3.
2- الأعظمي، واخرون (2025). التغيرات المناخية والتحديات العالمية الجديدة على النظام الدولي. مجلة كلية الإمام الجامعة للعلوم الإنسانية، (عدد خاص)
3- الأمير، فؤاد قاسم. (2010). الموازنة المائية في العراق وأزمة المياه في العالم. بغداد: دار الغد.
4- البدري، باسم حازم. (2010). أثر شحة الموارد المائية على الزراعة المروية في العراق. مجلة الإدارة والاقتصاد، (80)، 123.
5- بورويق، حمد حسن ، محمد عبد السلام الهادي المقوز(2025)، دور الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة المخاطر وإدارة الكوارث، مجلة شمال افريقيا للنشر العلمي، ، المجلد 3، العدد1.
6- الحجيمي، خالد جاسم،(2021). سياسة إيران المائية تجاه العراق وانعكاساتها على النشاط الاقتصادي دراسة في الجغرافية السياسية، مجلة مركز دراسات الكوفة، المجلد1، العدد 63.
7- حسن، خالد السيد. (2021). التغيرات المناخية والأهداف العالمية للتنمية المستدامة. مكتبة جزيرة الورد.
8- الحمداني، سها محمد أحمد، واليوزبكي، سالم محمد صالح. (2017). التصحر وأثره على واقع الزراعة والغطاء النباتي في العراق. مجلة زراعة الرافدين، 45(4)، 37.
9- حمزة، أميرة محمد علي، وهادي، زهراء عباس. (2025). أزمة المياه وأثرها على الأمن القومي في العراق. مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية، المجلد 32، العدد 3، ج3.
10- الركابي، مجيد حسين قدير. (2025). تغير المناخ وتأثيره على موجات الحر الشديدة في حكومة بغداد. مجلة الجامعة العراقية، 75(1)، 533.
11- شرقي، نهرين جواد. (2024). العراق والتغير المناخي: انعكاسات الأمن والتنمية. المعهد العراقي للحوار.
12- الشعباني، محمد موسى حمادي، وناشد، رؤى سعد الله. (2025). آثار التغير المناخي على تصريف المياه والأمن المائي لنهر الفرات. مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية، 32(3).
13- الشمري، إياد عبد علي سلمان. (2012). أثر التغيرات المناخية في تفاقم مشكلة شحة المياه في العراق. مجلة ميسان للدراسات الأكاديمية، 11(21)، 8.
14- الشمري، رضا عبد الجبار سلمان، والشمري، عباس حمزة علي. (2012). التحديات التي تواجه الأمن المائي العراقي والحلول المقترحة. مجلة القادسية للعلوم الإنسانية، 15(1)،.
15- صالح، شيماء تركان. (2023). الأمن المائي العراقي: البحث في الحقوق وإمكانيات الحلول. مجلة قضايا سياسية، (74).
16- طلفاح، حبيب راضي، واخرون. (2022). الأهمية الجيوبولتيكية للمشاريع المائية التركية.

17- عبد اللطيف،عبد الرحيم رشيد، محمد محسن عبد الله الجبوري(2026)، تقنيات الذكاء الاصطناعي وتأثيراتها الاقتصادية والاجتماعية والبيئية على الزراعة في العراق، مجلة سر من رأى للدراسات الإنسانية، المجلد 22، العدد 87، ج3 .
18- عذيب، عصام سرحان، ومخلف، منعم خميس. (2024). أزمة المياه وتداعياتها الاستراتيجية على العراق. مجلة كلية الإسراء، 6(11)، 427–428.
19- العيساوي، أحمد مجباس. (2008). الأزمة المائية في العراق وتأثيرها على الأمن القومي. مركز حمورابي للدراسات.
20 محمد، سالي سعد، (2025)، استراتيجيات توظيف الذكاء الاصطناعي لتحسين الأداء الحكومي في العراق: الفرص والتحديات المستقبلية مجلة حوار الفكر، العدد 77-78.
21- المحمدي، منار عبد حمد. (2015). الإدارة المتكاملة للموارد المائية في محافظة الأنبار أطروحة دكتوراه (غير منشورة).
22- مخيمر، سامر، وحجازي، خالد. (1987). أزمة المياه في المنطقة العربية. الكويت: عالم المعرفة.
23- مصطفى، فلاح. (2023). أزمة المياه وأثرها على المجتمعات. مجلة الحكمة، 11(4)، 85.
24- المويشير، مشعل بن عبد الرحمن. (2005). أزمة المياه ومستقبل العلاقات العربية–التركية.
25- ناصر، شيماء محمد،(2025)، التطور التكنولوجي وحوكمة الموارد المائية في العراق: استراتيجيات مواجهة التغيرات المناخية، مجلة حمورابي، العدد 56.
26- النعمة، سعد عبد الحسين. (2025). التغيرات المناخية وتداعياتها على أزمة النزوح في العراق. مجلة ميسان للدراسات السياسية والدولية، 19، 56.

مصادر الانترنت:

1- الربيعي، محمد. (2024). تحديات وفرص التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي في العراق. تم الاسترجاع من: https://linksshortcut.com/UzOce
2- العوادي، راجي. (2025). دور الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالطلب على المياه ومعالجة التلوث على الرابط: https://www.azzaman-iraq.com/content.php?id=116124

ثانيًا: المراجع الأجنبية

Chang, F.-J., Chang, L.-C., & Chen, J.-F. (2023). Artificial intelligence techniques in hydrology and water resources management. Water, 15(10), 1846. https://doi.org/10.3390/w15101846
FAO. (2022). The state of the world’s land and water resources for food and agriculture (SOLAW 2021). Rome: Food and Agriculture Organization.
Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT Press.
Hatem, I., et al. (2024). Unveiling the persistence of climatic drought in Iraq. Sustainable Water Resources Management, 165.
Kuhn, M., & Johnson, K. (2013). Applied predictive modeling. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6849-3
Mahmoud, M. (2024). AI models for drought prediction. Retrieved from: https://arsco.org/articles/article-detail-44372/
Nevo, S., Anquandah, E., Shalev, G., et al. (2022). Flood forecasting with machine learning models. Nature, 610(7932), 485–491. https://doi.org/10.1038/s41586-022-05253-x
Shreifi, M. (2023). Smart water allocation under climate stress.
UNDP. (2023). Water security and development in Iraq. https://www.undp.org/iraq
Von Lossow, T., et al. (2022). Institutional challenges in water governance. World Bank Reports.
World Bank. (2023). Iraq economic monitor: Reforming the water sector for climate resilience.

المستخلص باللغة الانكليزية

Abstract

This study examines climate change and the water crisis in Iraq, focusing on the use of artificial intelligence tools to analyze these changes and phenomena and to develop effective and sustainable solutions. The research is structured around three main axes: first, the concept of climate change and its impacts on water resources; second, the main challenges and crises facing Iraq's water resources; and third, the utilization of artificial intelligence and its tools to analyze these changes and provide accurate forecasts that contribute to the development of sustainable strategies and solutions.

The study assumes that climate change directly affects water resources through rising temperatures and irregular rainfall, and that Iraq faces multiple challenges threatening its water and food security. Moreover, artificial intelligence technologies can provide effective solutions to analyze the crisis and develop strategic plans to address it.

The primary significance of this research lies in highlighting the relationship between climate change and the water crisis, supporting decision-makers and relevant authorities in formulating precise scientific strategies, and employing modern technology to ensure the sustainable management of Iraq's water resources.