

مساهمة الذكاء الاصطناعي في تحقيق الأمن المائي "تجربة الامارات العربية المتحدة"

The contribution of Artificial Intelligence to achieving water security "United Arab Emirates Experience "

أحلام هرموزي^{1*}، اعمر بوزيد محمد²

¹المركز الجامعي مرسلبي عبد الله تيبازة، مخبر الاقتصاد والتنمية (الجزائر)، harmouzi.ahlem@cu-tipaza.dz

²المركز الجامعي مرسلبي عبد الله تيبازة، مخبر الجغرافيا الاقتصادية (الجزائر)، amrb117@gmail.com

تاريخ النشر: 2024/12/23؛

تاريخ القبول: 2024/12/14؛

تاريخ الاستلام: 2024/09/10؛

ملخص:

شهدت السنوات الأخيرة ظهورا للتقنيات القائمة على الذكاء الاصطناعي (AI) مع تطوره الهائل الذي يُظهر قدرته على تغيير حياتنا بشكل كبير حيث تم تقديم آلات يمكنها أداء مهام أكثر تعقيداً وتنوعاً لاستخدامها على نطاق واسع في مجموعة من القطاعات مثل التجارة والرعاية الصحية والنقل. بما في ذلك العلوم والتعليم والطاقة والتصنيع والزراعة وغيرها، فمع ارتفاع درجات الحرارة العالمية تؤدي الى الحاجة المتزايدة للتقنيات المبتكرة لمعالجة تحديات المياه ومواجهتها لتحسين إدارة الموارد المائية، كما تبرز تجربة الإمارات العربية المتحدة كنموذج رائد في استخدام التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي وتبنيها لمجموعة من الاستراتيجيات الابتكارية في تحليل البيانات ومعالجة المياه وتحليلها وتحسين كفاءة استخدامها وتطوير أنظمة الري الذكية لتحقيق الأمن المائي وضمان استدامة الموارد المائية على المدى الطويل بطريقة مبتكرة وفعالة.

الكلمات المفتاحية: ذكاء اصطناعي، أمن مائي، تكنولوجيا، امارات عربية متحدة.

تصنيف JEL: Q1, Q2, C63.

Abstract:

Recent years have witnessed the emergence of artificial intelligence (AI) based technologies with its tremendous development showing its ability to change our lives dramatically as machines that can perform more complex and diverse tasks have been introduced for widespread use in a range of sectors such as commerce, healthcare, transportation including science and education, energy, manufacturing, agriculture and others. With rising global temperatures, there is a growing need for innovative technologies to address water challenges and improve the management of water resources. It also highlights the UAE's experience as a leading model in the use of technology and artificial intelligence and its adoption of a range of innovative strategies in data analysis, water treatment and desalination, improving the efficiency of its use, and developing smart irrigation systems to achieve water security and ensure the long-term sustainability of water resources in an innovative and effective manner.

Keywords: Artificial intelligence, Water security, Technology, United Arab Emirates.

JEL Classification Codes: Q1, Q2, C63.

*أحلام هرموزي.

مقدمة:

لقد ظهر الذكاء الاصطناعي (AI) كأداة لديها القدرة على إحداث تغيير جذري لقواعد مختلف القطاعات بما يتماشى مع القيم الإنسانية والأخلاقية، كما يعمل الذكاء الاصطناعي من خلال أتمته المهام على تسريع الأبحاث وتحليل ومعالجة البيانات بحيث تتفوق خوارزميات تعلم الآلة في تحديد الأنماط الدقيقة والعمليات المعقدة.

إن تسريع وتيرة الابتكار بدءاً من تطوير التكنولوجيا وتنفيذها إلى آليات التمويل ومنصات التعاون هو العمود الفقري للتقدم نحو الأمن المائي العالمي، حيث تعتبر المياه أهم مورد طبيعي فهي تلعب دوراً حاسماً في التنمية الاقتصادية والاجتماعية في جميع أنحاء العالم، إذ تتفاقم تحديات إدارة المياه بسبب تغير المناخ الذي يؤدي إلى تواتر وشدة حالات الجفاف والفيضانات وزيادة الطلب على المياه من أجل الاستخدام الصناعي والزراعي وتلوث المياه.

يعد الأمن المائي أولوية وطنية في دولة الإمارات العربية المتحدة حيث تعمل السلطات الاتحادية والمحلية على تعزيزها في إطار استراتيجية الأمن المائي 2036 التي تهدف إلى ضمان الوصول المستدام والمستمر إلى المياه في مصادرها الطبيعية والمحلية وحالات الطوارئ بشكل التوجه نحو استخدام الطاقة لتحلية المياه أولوية وطنية للمؤسسات تعزيزاً لريادة دولة الإمارات في الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة، ومن هنا يمكن طرح الاشكالية التالية:

ما هي استراتيجيات الذكاء الاصطناعي في تحقيق الأمن المائي لدولة الإمارات العربية المتحدة ؟

ومن خلال هذه الاشكالية نقوم بطرح التساؤلات الفرعية التالية:

- ماهي اهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي ؟
- كيف يساهم الذكاء الاصطناعي في تحقيق الامن المائي ؟
- فيما تتمثل أهم استراتيجيات الذكاء الاصطناعي لدولة الإمارات العربية المتحدة لتحقيق الأمن المائي؟
- **فرضيات الدراسة:**

وللإجابة على التساؤلات نطرح الفرضيات التالية:

- تؤدي تطبيقات الذكاء الاصطناعي إلى تحسين كفاءة الإنتاج وتقليل التكاليف في مختلف المجالات.
- استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات الضخمة ساهم في التنبؤ بالكوارث وتحسين إدارة الموارد المائية واستدامتها.
- تعتمد دولة الإمارات العربية المتحدة على تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في تحلية المياه الذي يعزز من قدرتها على تحقيق الأمن المائي.

● أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى تحديد امكانية تقنيات الذكاء الاصطناعي أن تساهم في تحسين إدارة الموارد المائية وضمان الأمن المائي واستكشاف الحالات الناجحة والتطبيقات الفعالة التي تم اعتمادها في دولة الإمارات لتحسين الأمن المائي ودراسة تأثير استخدام التكنولوجيا الذكية على الاستدامة البيئية والاقتصادية للمياه في الدولة والاستراتيجيات التي اتخذتها لضمان استدامة الموارد المائية وتحقيق الأمن المائي باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي.

● أهمية الدراسة:

تسليط الضوء على كيفية الذكاء الاصطناعي أن يكون عاملاً حاسماً في تعزيز استدامة وأمان موارد المياه، وتحفيز الابتكار والتطوير في مجال إدارة المياه وتقييم شامل لفوائد تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي وكيفية تكاملها في السياسات والاستراتيجيات لضمان الأمن المائي.

المحور الأول: مفاهيم عامة حول الذكاء الاصطناعي.

يهدف الذكاء الاصطناعي (AI) إلى تطوير نماذج وأنظمة تكنولوجية تتعلم وتتطور بناءً على البيانات والخبرة فهو عبارة عن تقنية متقدمة يمكن أن تساهم في تحسين الحياة اليومية وتقديم حلول مبتكرة للتحديات العالمية.

أولاً: مفهوم الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence).

الذكاء الاصطناعي (AI) هو قدرات الحاسوب الرقمي أو الروبوتات التي يتم التحكم فيها بواسطة الكمبيوتر على أداء المهام المرتبطة عادةً بالكائنات الذكية وغالباً ما يطبق هذا المصطلح على تطوير أنظمة ذات عمليات ذكية مميزة للبشر مثل التعلم من التجارب السابقة واكتشاف المعنى والتعميم والقدرة على التفكير.

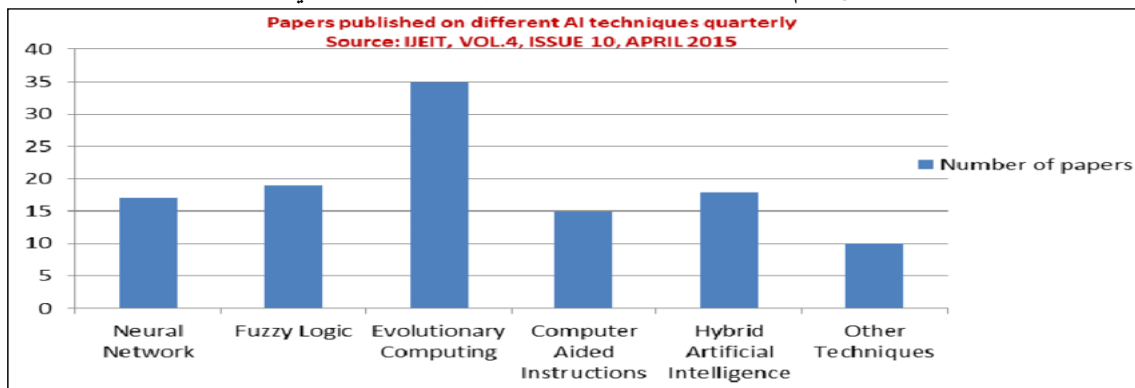
منذ تطوير التكنولوجيا في الأربعينيات من القرن العشرين تمت برمجة الحواسيب الرقمية لأداء مهام معقدة للغاية مثل إيجاد البراهين النظرية في الرياضيات أو لعب الشطرنج بكفاءة عالية على الرغم من التحسن المستمر في سرعة معالجة أجهزة الكمبيوتر وسعة ذاكرته بحيث لم يتمكن أي برنامج حتى الآن من مضاهاة مرونة البشر في المهام التي تتطلب الكثير من المعرفة الأوسع نطاقاً والمعرفة اليومية. (B.J.Copeland, 2024).

تُعرف الموسوعة البريطانية الذكاء الاصطناعي بأنه "قدرة الكمبيوتر الرقمي أو الروبوت الذي يتم التحكم فيه بواسطة الحاسوب على أداء المهام المرتبطة عادةً بالكائنات الذكية" (Andrej Flogie- Boris Abersek, 2019, p. 53).

لا يوجد تعريف مستقر للذكاء الاصطناعي ولكن هناك اتفاق عام على أنه آلة تعتمد على الذكاء الاصطناعي "يحتمل أن تكون قادرة على التقليد أو حتى تجاوز القدرات المعرفية البشرية بما في ذلك الاستشعار والتفاعل اللغوي والتفكير والتحليل وحل المشكلات وحتى الإبداع" (Unesco The United Nations Educational, 2023, p. 7).

لقد نضجت تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي بشكل كبير وتقدم مزايا عملية حقيقية في العديد من التطبيقات والمجالات الرئيسية في الأنظمة المتخصصة ومعالجة اللغة الطبيعية وفهم الكلام والروبوتات والأنظمة الحسية، والتعليم الذكي. بمساعدة الكمبيوتر والحواسيب العصبية فهي تقنية سريعة النمو لها تأثير كبير على العديد من مجالات الحياة ومن التقنيات المختلفة المطبقة على الذكاء الاصطناعي مثل الشبكات العصبية (Neural Network)، المنطق الضبابي (Fuzzy Logoc)، الحوسبة التطورية (Evolutionary Computing)، تعليمات مساعدة الكمبيوتر (Computer Aided Instructions) والذكاء الاصطناعي الهجين (Hybrid Artificial Intelligence). (Pannu, 2015, p. 79).

شكل رقم (01): مختلفاالتقنيات المطبقة في الذكاء الاصطناعي.



Source: (Pannu, Avneet, 2015, p. 79)

ثانيا: مزايا وعيوب الذكاء الاصطناعي (Advantages and disadvantages of AI).

توفر تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة فرصاً هائلة للابتكار والتطوير في عدة قطاعات متنوعة بما في ذلك الرعاية الصحية والتصنيع والتعليم اذ هذه التقنيات تثير مخاوف تتعلق بالخصوصية والأمن، حيث دفع الذكاء الاصطناعي (AI) حدود كيفية استخدام أجهزة الكمبيوتر في الوظائف والمهام لجعل حياة الإنسان أسهل فهو يساعد الآلات على العمل بسلاسة وأداء العديد من المهام الشبيهة بالبشر. مما لا شك فيه أن الأنظمة التي تعمل بالذكاء الاصطناعي قد أحدثت ثورة في مجموعة من الصناعات من خلال تقديم عدد من الفوائد، اذ يجب مناقشة مزاياها وعيوبها بعناية نذكر منها في الجدول التالي:

جدول رقم (01): مزايا وعيوب الذكاء الاصطناعي.

مزايا الذكاء الاصطناعي	عيوب الذكاء الاصطناعي
الحد من الخطأ البشري	الترواحلوظيفي
- لا يمكن لأجهزة الكمبيوتر المزودة بالذكاء الاصطناعي ارتكاب الأخطاء بحيث تكون مبرمجة بشكل صحيح. - تعتمد نماذج الذكاء الاصطناعي على التحليل التنبؤي ولا يوجد مجال للخطأ. - توفر الوقت والموارد وتساعد عفي الحصول على نتائج دقيقة وفعالة.	إن قدرات الذكاء الاصطناعي على أتمتة العمليات وتوليد محتوى سريع والعمل لفترات طويلة من الزمن يمكن أن تؤدي إلى إزاحة الوظائف للعمال البشريين.
التعامل بسلاسة مع البيانات الضخمة	ارتفاع التكاليف
- يتمتع AI بجميع المهارات والخوارزميات اللازمة لمعالجة البيانات الضخمة في وقت قصير. - القدرة على استخراج البيانات وفهمها. - يمكن أن يقوم AI بمعالجة هذه البيانات من خلال التفسير والتحويل. - يقوم AI باتخاذ قرارات سهلة وسريعة وتوفير بيانات وتنبؤات موحدة.	القدرة على إنشاء آلة يمكنها تقليد الذكاء البشري ليس بالأمر السهل فهو يتطلب الكثير من الوقت والموارد ويمكن ان يكلف الكثير من المال، يحتاج الذكاء الاصطناعي أيضاً إلى التشغيل على أحدث الأجهزة والبرامج لتلبية المتطلبات مما يجعله مكلفاً للغاية.
أتمتة المهام المتكررة	الافتقار إلى التعاطف والقيمالأخلاقية
يمكن أتمتة المهام المتكررة مثل إدخال البيانات والعمل في المصنع بالإضافة إلى محادثات خدمة العملاء باستخدام تقنية الذكاء الاصطناعي وهذا يتيح للبشر التركيز على الأولويات الأخرى.	على الرغم من أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يحاكي التعلم والمنطق البشري، إلا أنه يفتقر إلى العواطف فهو ليس له القدرة على فهم المشاعر الإنسانية أو الاستجابة لها والتي يمكن أن تكون حاسمة في مهن مثل الرعاية الصحية أو الاستشارة.
توليد مواد جديدة بسرعة	الاعتمادالتكنولوجي
يتيح الذكاء الاصطناعي التوليدي مثل ChatGPT و DALL-E للموظفين وأصحاب العمل إنشاء نصوص ورموز ومرئيات وهذا بدوره يسمح للمؤسسات بإنشاء كتابات ورموز وتصميمات بسيطة بسرعة بينما يعمل موظفوها على مهام أكثر تعقيداً تتطلب قدرًا أكبر من الإبداع والرؤية.	قد يؤدي الاعتماد المتزايد على الذكاء الاصطناعي إلى ظهور نقاط ضعف خاصة في حالة وجود خلل في أو هجمات إلكترونية وهذا الاعتماد يمكن أن يحد أيضاً من قدرات الإنسان على المدى الطويل.

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على: (Maheshwari, Rashi, 2023)(Glover, 2024)(Staff, 2024)(Montanés, 2024)

(SCHOOL OF GRADUATE STUDIES, 2024)

ثالثاً: مجالات الذكاء الاصطناعي.

يعتمد الذكاء الاصطناعي على تطوير نماذج وبرامج تستند على البيانات لتعلم الأنماط واتخاذ القرارات بشكل مستقل ويشمل

المجالات التالية:

1- حل المشكلات (Problem Solving):

هي عملية تحديد سبب المشكلة وإيجاد طريقة ممكنة لحلها ويتم ذلك من خلال تحليلها واتخاذ القرار ومن ثم معرفة أكثر من طريقة للوصول إلى الحل النهائي والأنسب للمشكلة، الشعار الأخير هنا هو العثور على أفضل الحلول من بين الحلول المتاحة لتحقيق أفضل النتائج لحل المشكلات في أقل وقت ممكن. (Kamilia, 2024)

2- الذكاء الاصطناعي في ألعاب الذكاء (Artificial intelligence in intelligence games):

لقد اهتم دارسي الذكاء الاصطناعي بلعبة الشطرنج وهي من أشهر الألعاب الفكرية التي تعتمد على الذكاء وتضع اثنين من المفكرين في مواقف معقدة حيث لا يمكن لأحدهما أن ينتصر على الآخر دون استخدام التفكير المنطقي والذكاء، وفي عام 1997 حقق حاسوب "ديب بلو" Deeper Blue الذي طورته شركة IBM أول إنجاز "لغاري كاسباروف" Garry Kasparov إذ تفوقت الآلة على الإنسان.

3- استخدام الذكاء الاصطناعي في مجال الطب (Artificial Intelligence in medicine):

يتم تطبيق الذكاء الاصطناعي حالياً على دعم القرارات السريرية وتحليل الصور وتساعد هذه الأداة الأطباء في تحديد علاج المريض والأدوية والمتطلبات الأخرى من خلال توفير وصول سريع إلى المعلومات ذات الصلة، وأدوات مساعدة الذكاء الاصطناعي هي الأشعة المقطعية والأشعة السينية والتصوير بالرنين المغناطيسي النووي (IRM) وغيرها من الصور الطبية لتحليل الآفات والعلامات الأخرى بالكمبيوتر، فهي تساعد أخصائي الأشعة على إجراء تشخيصات دقيقة كما تُستخدم النتائج التنبؤية للذكاء الاصطناعي لصالح الأطباء والباحثين والمرضى حيث يتم استخدامه تدريجياً في دعم الصحة الرقمية. (Srivastava, Ruby, 2024, p. 138)

شكل رقم (02): تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال الطب.



Source: (Srivastava, Ruby, 2024, p. 139)

4- التعرف على الأنماط (Pattern recognition):

يقوم بتحليل البيانات الواردة ويحاول تحديد الأنماط بحيث يمكن بعد ذلك استخدام تحديد الانتظام في البيانات لإجراء التنبؤات وتصنيف المعلومات وتحسين عمليات صنع القرار، بينما يهدف التعرف على الأنماط الاستكشافية إلى تحديد أنماط البيانات بشكل عاميبدأ التعرف على الأنماط الوصفية من خلال تصنيف الأنماط المكتشفة وبالتالي تعامل التعرف على الأنماط مع كلا السيناريوهين ويتم تطبيق طرق مختلفة للتعرف على الأنماط اعتماداً على حالة الاستخدام وشكل البيانات. (Boesh, Gaudenz, 2023)

5- التعلم الآلي (Machine Learning): وهو نوع معين من الذكاء الاصطناعي يسمح للأنظمة بالتعلم من البيانات واكتشاف الأنماط دون تدخل بشري كبير حيث تظهر أجهزة الكمبيوتر التي تستخدم التعلم الآلي أنماطاً وبيانات تسمح لهم بعد ذلك بالوصول إلى استنتاجاتهم الخاصة (Flam, Seth, 2024) اذ يتضمن تعليم أجهزة الكمبيوتر كيفية التعلم من البيانات من أجل إجراء تنبؤات أو قرارات (Wilson, Andrew, 2023) فهو مجال علمي يسمح للخوارزميات باكتشاف الأنماط المتكررة في مجموعات البيانات قد تتضمن أرقام وكلمات وصور وإحصاءات وغيرها. (Robert, 2020)

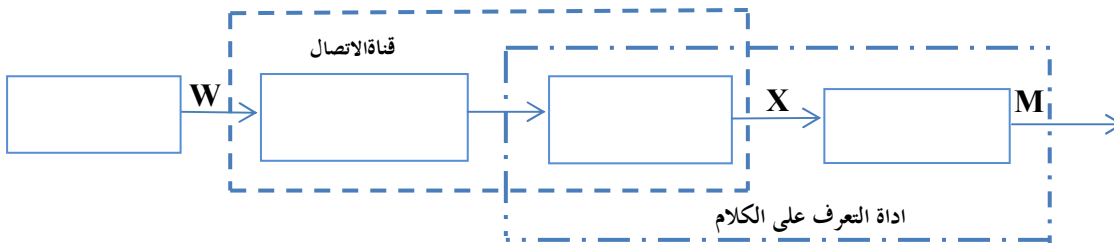
6- التعلم العميق (Deep Learning):

وهو مجموعة فرعية من التعلم الآلي بحيث تعمل الشبكات العصبية الاصطناعية Artificial Neural Netork وهي خوارزميات مستوحاة من الدماغ البشري "التعلم من البيانات تماماً كما نتعلم من التجربة ونكرر ونعدل في كل مرة لتحسين النتائج، ومن أحد أسباب تطور قدرات DL في السنوات الأخيرة هو الزيادة في توليد البيانات. تستغل خوارزميات التعلم العميق قوة الحوسبة المتاحة حالياً بالإضافة إلى الاستخدام الواسع النطاق للذكاء الاصطناعي ومن الأمثلة على ذلك الترجمة بين اللغات المختلفة، وشاحنات التوصيل بدون سائق والطائرات بدون طيار، والرؤية في السيارات ذاتية القيادة وروبوتات الدردشة والخدمة، وتلوين الصور والتعرف على الوجه، والطب، والصيدلة والتسوق، والترفيه الشخصي. (Marr, Bernard, 2018)

7- معالجة الكلام واللغة الطبيعية (Speech and Natural Language Processing):

وهو التعرف على الكلام وتركيبه وتأصيله وإضفاء الطابع عليه وبناء الجملة والإعراب، التحليل الدلالي وتمثيل المعرفة، اللغة الرسمية النظرية، الأساليب الإحصائية، النماذج الاحتمالية، نماذج ماركوف المخفية، اللغوية الحاسوبية، الترجمة الآلية، اللغة المنطوقة الفهم، الإجابة على الأسئلة، وكلاء المحادثة، الترجمة والتلخيص والتفاعل بين الإنسان والآلة. (Wang, Ming-Hwa, p. 11)

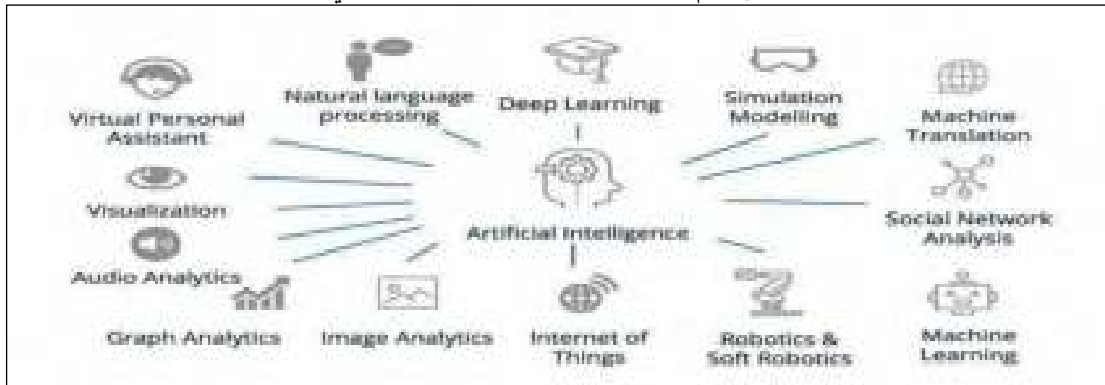
شكل رقم (03): النموذج الرياضي لنظام التعرف على الكلام.



Source: (Wang, Ming-Hwa, p. 11)

حيث: تمثل W تسلسل كلمات المصدر، و X هي الإشارة الصوتية لـ W ، و M هي الكلمات المعترف بها تسلسل.

شكل رقم (04): تطبيقات الذكاء الاصطناعي.



Source : (Zhang Nan-Chen Yuping-Zhu Kongjue, 2024)

المحور الثاني: الأمن المائي (Water security).

الأمن المائي هو مفهوم يشمل توافر الموارد المائية وإمكانية الوصول إليها واستدامتها ويتناول التحديات المتعلقة بنوعية المياه وكميتها والتوزيع العادل لهذا المورد الحيوي، لا يقتصر على توفير المياه فحسب بل يتعلق أيضاً 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 أيضاً بإدارتها المستدامة وتوزيعها العادل وحمايتها من التلوث والاستنزاف. (Burge, 2024)

أولاً: مفهوم الأمن المائي.

هو مفهوم أساسي يقوم على توفير القدر الكافي من الماء للمواطنين وللإنتاج متجاوزاً القيود الزمانية والمكانية فإن مسألة الأمن المائي هي أحد مكونات الحياة على الأرض إذ يتزايد الطلب على المياه على المستوى العالمي، ويتزامن ذلك مع نقص فعلي في العديد من الدول، وهذا بسبب طبيعة المناخ وتضاريس الأرض وموقع الدول من حيث خطوط الطول والعرض، ناهيك عن آثار تغير المناخ الناتجة عن التلوث للنظم البيئية وبمقارنة الوضع المائي في قارات العالم للوصول إلى جوهر المشكلة: (جريدة الوسط، 2009)

- تضم آسيا 60% من سكان العالم ولكنها تمتلك 36% من مياه العالم.
 - تضم إفريقيا 13% من سكان العالم وتمتلك 11% من مياه العالم.
 - تمتلك أستراليا 21% من سكان العالم و 51% من مياه العالم.
 - تضم أمريكا الشمالية 8% من سكان العالم و 15% من مياهه، بينما تحتوي أمريكا الجنوبية على 6% فقط من سكان العالم و 26% من مياهه، وتظهر هذه البيانات أن آسيا هي القارة الأكثر فقراً بالمياه في العالم.
- فالأمن المائي هو القدرة على الحصول على مياه نظيفة وصحية بكميات كافية لضمان صحة السكان ورفاهيتهم مع ضمان استدامة الموارد المائية.

ثانياً: أهمية التثقيف المائي ونشر الوعي لتحقيق الأمن المائي.

لتحقيق الأمن المائي لا بد من تحسين التثقيف في مجال المياه على جميع المستويات ويجب أن يكون التعليم في مجال المياه متعدد التخصصات وليس فقط مجرد تدريسه بالعلوم الهيدرولوجية، ولا يقتصر هذا النهج على تحسين المعرفة العلمية من خلال تدريب العلماء فحسب بل يشمل أيضاً تعميق المعرفة بقضايا المياه من خلال دورات تستهدف المهنيين وصناع القرار في هذا المجال، ويجب أيضاً نشر التثقيف بين العاملين في وسائل الإعلام لضمان توصيل قضايا المياه بدقة وفعالية. (KUMAR, C. P., 2018, p. 28)

إن جوهر الأمن المائي هو أنه مزيج من الاهتمام بقاعدة الموارد والخدمات لبقاء الإنسان ورفاهه والزراعة وغيرها من المشاريع الاقتصادية، وينبغي تطويره وإدارته بطريقة عادلة وفعالة ومتكاملة ولذلك فإن تحقيق الأمن المائي يتطلب التعاون بين مختلف أنواع مستخدمي المياه، ويعد الأمن المائي شرطاً أساسياً لاستراتيجيات فعالة للحد من الفقر والصرف الصحي البيئي وإدارة الفيضانات ضمن إطار يمكن أن يحمي النظم البيئية الحيوية من التلوث والتهديدات الأخرى بين الأشخاص الذين يتقاسمون أحواض الأنهار وطبقات المياه الجوفية ولن يتم التوصل إلى الأمن المائي إلا من خلال صناع القرار على مستوى عالمي الواقع. (Partnership, Global Water, 2009, p. 1)

ثالثاً: سبل تعزيز الأمن المائي.

يعني الأمن المائي ضمان توافر كميات كافية من المياه النظيفة للاستخدام البشري واستدامتها ويمثل تحقيقه تحدياً عالمياً بسبب الطلب المتزايد على المياه وتدهور نوعيتها مما يؤدي إلى تطبيق إجراءات تعزز الأمن المائي منها: (حسين، نيفين، 2017، صفحة 4)

- الحصول على موارد مائية متجددة من الاستثمار في تحويلات الأنهار والسدود وبرامج ضخ المياه الجوفية، حيث تهدف الاستثمارات الحصول على المياه بشكل أكثر كفاءة ومعدات الري وإعادة تدوير المياه واستخدامها حيث تكون تكلفة الأمن اقتصادية.
- إقناع المواطنين أو إجبارهم على تغيير سلوكهم تجاه طريقة استخدام المياه على سبيل المثال عن طريق تركيب عدادات لقياس الاستهلاك أو منع استخدام المياه في الحدائق، وتكلفة الأمن في هذه الحالة اجتماعية وسياسية.
- السعي للحصول على المياه الدولية عن طريق استيراد المياه المشتركة أو زيادة حصتها.
- إن تحسين الأمن المائي عادة ما يزيد من إمكانية تحقيق الأمن الغذائي ولكن العكس غير صحيحاً، فزيادة الأمن الغذائي من خلال توسيع المناطق المروية قد يؤدي إلى تقليل الأمن في القطاعات الأخرى التي لا تستخدم المياه، بل وربما يزيد من الإجهاد المائي ما لم يقترن بتحسين إمدادات المياه وإدارتها.

المحور الرابع: الأمن المائي في دولة الامارات العربية المتحدة.

تواجه دولة الإمارات تحديات كبيرة في مجال الأمن المائي بسبب موقعها الجغرافي فهو ضروري لتوفير المياه النظيفة بكميات كافية للسكان والاقتصاد، وقد تبنت الحكومات استراتيجيات لتعزيز الأمن المائي كمشاريع تحلية المياه وزيادة كفاءة استخدام المياه إذ تشكل أنشطة التوعية والتعاون الدولي أيضاً جزءاً من جهود الحكومة لضمان الإدارة المستدامة للموارد المائية والوصول المستدام والعدل إلى المياه للجميع.

أولاً: أهداف استراتيجية الأمن المائي لدولة الإمارات 2036.

- هدف هذه الاستراتيجية إلى ضمان أمن مائي مستدام ومستمر في الأوقات العادية وحالات الطوارئ القصوى وتمثل الأهداف الرئيسية فيما يلي: (البوابة الرسمية لحكومة دولة الامارات العربية المتحدة، 2024)
- خفض من إجمالي الطلب على المياه بنسبة 21% مع زيادة مؤشر إنتاجية المياه إلى 110 دولار للمتر المكعب، والخفض من مؤشر ندرة المياه بمقدار 3 درجات وزيادة معدل إعادة استخدام المياه المعالجة إلى 95%.
 - وتركز الاستراتيجية على ثلاثة برامج رئيسية تشمل إدارة الطلب على المياه، وإدارة إمدادات المياه، وإنتاج وتوزيع المياه في حالات الطوارئ وتشمل المواضيع المشتركة التشريعات والسياسات وحملات الترشيد والتوعية واستخدام التكنولوجيا المتقدمة في قطاع المياه.
 - كما تهدف الاستراتيجية إلى خفض متوسط استهلاك الفرد من المياه إلى النصف والتركيز على تعزيز الممارسات المستدامة وتطوير نظام إمدادات المياه يحافظ على سعة تخزينية للمياه تصل إلى يومين في الأوقات العادية، وما يعادل 16 يوماً في حالات الطوارئ، وما يعادل قدرة تخزين مياه تصل إلى 45 يوماً في حالات الطوارئ القصوى مع الحفاظ على اقتصاد مستدام.
 - اعتمدت الاستراتيجية إنشاء ست نقاط ربط لشبكة المياه بين هيئة الكهرباء والماء لتوزيع المياه على مختلف أنحاء البلاد كما يتضمن تعزيز قدرات الاستجابة للطوارئ وتقليل الآثار الاقتصادية والاجتماعية من خلال توفير 91 لتراً من المياه ويتم توفير 30 لتراً للشخص الواحد يومياً وبالإضافة إلى التأثير البيئي الإيجابي المتمثل في خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمقدار 100 مليون طن من محطات تحلية المياه حيث بلغت أكثر من 74 مليار درهم.

ثانياً: أهم الانجازات لتعزيز الأمن المائي في دولة الامارات العربية المتحدة.

تعطي دولة الإمارات أهمية كبيرة للأمن المائي والغذائي من خلال تنفيذ الاستراتيجيات التالية: (جريدة الحرة، 2024)

- إنشاء 158 سدا بسعة تخزينية 130 مليون متر مكعب لزيادة إمدادات مياه الأمطار وحماية المنشآت والمباني والبنية التحتية من مخاطر السيول.
- تستخدم أبوظبي أنظمة الري الحديثة في أكثر من 98% من المزارع وبدأت باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً لري المزارع بحلول عام 2022، حيث تعمل الدولة بتنفيذ ما يقرب من 300 مهمة لتلقيح السحب سنوياً بهدف تحسين فعالية استراتيجياتها لتحقيق الأمن المائي في مختلف المناطق، حيث يساعد الاستمطار السحابي على زيادة هطول الأمطار سنوياً بنسبة تصل إلى 25%.
- التكامل بين الأمن المائي مع مراعاة المياه الافتراضية والزراعة المحلية والتميز بين البدائل لتحقيق أعلى درجة من الأمن المائي والغذائي وتحويل العلاقة بينهما إلى علاقة تكاملية.
- إن السياسات الحكيمة لدولة الإمارات وعلاقتها الدبلوماسية الجيدة مع بقية دول العالم وبنيتها التحتية وموانئها ذات الخدمات اللوجستية الممتازة تعد أمثلة فريدة في هذا المجال حيث تحقق المياه الافتراضية اكتمالها الأمن المائي دون التأثير على الأمن الغذائي.
- خارطة طريق عالمية للحد من الآثار المدمرة لندرة المياه الشديدة من خلال تسريع تطوير حلول تكنولوجية مبتكرة لمعالجة ندرة المياه وتلوثها والجفاف والتصحر.
- التركيز على تحقيق معدل استخدام أقصى يصل إلى 95% من مياه الصرف الصحي المعالجة بحلول عام 2026.
- إحداث ثورة في قطاع المياه العالمي من خلال إنشاء شركة قابضة لحلول المياه المستدامة والتركيز على استعادة الموارد المائية ودورها لصالح الأنشطة الاقتصادية والمجتمعات المختلفة.
- يتضمن إيجاد حلول تكنولوجية مبتكرة لمعالجة ندرة المياه بطرق غير تقليدية لتصريف مياه الأمطار وحل مشاكل الهندسة الجيوتقنية ومن أهم هذه الحلول البحث في مجال تجميع مياه الأمطار وأنظمة التغذية الاصطناعية في الخزانات العميقة كخيارات للأمن المائي.
- تم إنشاء قاعدة بيانات لنظم المعلومات الجغرافية تحتوي على كافة بيانات موارد التربة والمياه التقليدية لإمارة الفجيرة بما في ذلك التغيرات المكانية والزمانية من عام 1969 إلى عام 2023، بالإضافة إلى البيانات المتوفرة من سلطات المياه ووزارة الطاقة والبنية التحتية.
- بمجرد تشغيل ثالث أكبر محطة لتحلية المياه بالتناضح العكسي في دولة الإمارات إلى جانب محطات تحلية المياه منخفضة الكربون الحالية والمستقبلية ستعمل شركة مياه وكهرباء الإمارات على تعزيز قدرتها في تشغيل وإدارة مشاريع لتحلية المياه مع توليد الطاقة بشكل أكثر فعالية وكفاءة.
- تعمل شركة مياه وكهرباء الإمارات الاستثمار بكثافة في تطوير مشاريع التناضح العكسي والتي من المتوقع أن تنتج ما يزيد عن 90% من المياه بحلول عام 2030، وسيؤدي ذلك إلى خفض إجمالي لانبعاثات الكربون الناتجة عن إنتاج المياه من 14.6 مليون طن في عام 2020 إلى 2.1 مليون طن في عام 2030، ويعزز مكانتها كشركة رائدة في مجال تطوير الامداد المائي والكهرباء المستدامة والأمنة في البلاد. (هيثم يحيى، الطاقة، 2023)

المحور الخامس: دور الذكاء الاصطناعي في تسريع التقدم نحو الأمن المائي.

يعد الذكاء الاصطناعي عنصراً أساسياً في دفع التقدم نحو الأمن المائي من خلال توفير تحليل دقيق ومعلومات شاملة لفهم وإدارة الموارد المائية بشكل أكثر فعالية، والدور الذي يمكن أن يؤديه AI في تسريع هذا التقدم وكيف تساعد تقنيته المبتكرة في إيجاد حلول مستدامة لمشاكل المياه اليوم كما يؤدي الذكاء الاصطناعي دوراً كبيراً في تعزيز الأمن المائي وينحصر فيما يلي: Jha, Saroj

(Kumar, 2023)

- عقدت الممارسة العالمية للمياه بالبنك الدولي بدعم من مجموعة الموارد المائية لعام 2030 WaterResourcesGroup (WRG) حوار مائدة مستديرة لتقديم رؤى حول كيفية تعزيز بيئة الابتكار في مجال المياه.
 - قام أكثر من 150 مشاركاً من القطاعين العام والخاص بالابتكار في مجال تكنولوجيا المياه عن طريق تحديد العوائق والحلول المحتملة لتبني وتوسيع نطاق الأساليب الجديدة لمعالجة قضايا المياه.
 - يمكن أن يساعد التقدم في تكنولوجيا الاستشعار والحوسبة وإدارة البيانات الضخمة في مراقبة كمية ونوعية المياه.
 - هناك أيضاً ابتكارات في أنظمة إدارة المياه القائمة على الطبيعة والتي يمكن أن تساهم في إدارة المياه بشكل مرن.
 - لقد اتسم قطاع المياه تاريخياً بالمحافظة وتجنب المخاطر والبطء في اعتماد ونشر التكنولوجيات الجديدة.
- أولاً: شبكة المياه الذكية بدولة الامارات العربية المتحدة.**

يعتبر النهج القائم على البيانات لتحسين العمليات التشغيلية وممارسات إدارة الأصول أمراً أساسياً لتنفيذ شبكات المياه الذكية، إذ تمكن إدارة البيانات الهيئية من مراقبة وتحسين أداء النظام واتخاذ قرارات لإدارة شبكة مياه فعالة وموثوقة وآمنة ومستقلة عن بعد بصورة مستمرة.

كما يسمح التدفق المستمر للبيانات بفهم أعمق لحالة الأصول في الشبكة ويتيح ذلك إجراء الصيانة الذكية القائمة على تحليلات الذكاء الاصطناعي والتي تعمل على إطالة عمر أصول شبكة المياه، وتوفير قدرراً أكبر من الأمان والموثوقية وتقليل من تكاليف التشغيل وتحسن بشكل عام تخطيط إصلاح الأصول وقطع الغيار. (سعيد محمد الطائر، 2023، صفحة 16)

شكل رقم (05): شبكة المياه الذكية.



المصدر: (سعيد محمد الطائر، 2023، صفحة 16)

وتسير مشاريع الهيئية بشكل جيد حيث افتتحت خلال الربع الأول من عام 2024 ثلاث محطات تحويل جهد 132 كيلوفولت و281 محطة تحويل جهد 11 كيلوفولت كما شهد الربع الأول من العام الجاري بإغلاق مالي لمشروعين ضمن نظامي منتج الطاقة المستقل ومنتج المياه المستقل بطاقة 180 مليون جالون، محطة شعاع 4 للطاقة الشمسية بقدرة إنتاجية 1800 ميغاوات ومع نهاية الربع الأول لسنة 2024، ستصل الطاقة الإنتاجية الإجمالية للهيئية إلى 16.27 ميغاوات، منها 2.63 ميغاوات من الطاقة النظيفة وستبقى الطاقة الإنتاجية للهيئية من تحلية المياه دون تغيير عند 495 مليون جالون يومياً.

جدول رقم (02): القدرة الإنتاجية الإجمالية للهيئة حتى 31 مارس 2024.

تقنية تحلية المياه	مليون جالون يوميا
التقطير الومضي متعدد المراحل في مجمع محطات جبل علي	427
التناضح العكسي في مجمع محطات جبل علي	63
محطة تحلية ماء البحر "نخلة جميرا" بتقنية التناضح العكسي	5
الإجمالي	495

المصدر: (هيئة كهرباء ومياه دبي، 2024)

وبنهاية سنة 2030 ستقوم الهيئة بإضافة 240 مليون جالون من المياه المحلاة يوميا باستخدام تقنية التناضح العكسي لتحلية مياه البحر ليصل إجمالي الطاقة الإنتاجية للهيئة إلى 735 مليون جالون من المياه المحلاة يوميا. (هيئة كهرباء ومياه دبي، 2024)

ثانيا: أهم برامج العمل لاستراتيجية الأمن المائي لدولة الإمارات 2036.

تهدف استراتيجية الأمن المائي لدولة الإمارات في عام 2036 إلى تحقيق توازن مستدام بين الطلب المتزايد على المياه والموارد المتاحة، ولتحقيق هذا الهدف يتطلب تنفيذ برامج عمل متقدمة تعتمد على تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي والابتكار في إدارة وحماية الموارد المائية بشكل شامل لضمان استدامتها، وتعمل هذه البرامج على معالجة المخاطر البالغة الأهمية لاستهلاك المياه والتي تتمثل في الجدول التالي: (البوابة الرسمية لحكومة دولة الإمارات العربية المتحدة، الصفحات 3-4)

جدول رقم (03): برامج لاستراتيجية الأمن المائي لدولة الإمارات 2036.

برنامج إدارة الطلب على المياه	برنامج إدارة الإمداد المائي	برنامج إنتاج وتوزيع المياه للطوارئ
- تعزيز الاستدامة البيئية والاقتصادية في استهلاك المياه بالمدن.	- توفير الاحتياجات المائية المستقبلية بصورة مستدامة.	- ضمان الوقاية والاستجابة الفعالة لحالات الطوارئ المائية.
- تقليل الهدر من شبكة المياه.	- زيادة استخدام تقنيات تحلية المياه.	- ضمان الاستجابة الفورية لحالات الطوارئ المائية.
- ترشيد الاستهلاك الفردي.	- زيادة استخدام مصادر الطاقة المتجددة.	
- تقليل الطلب على المياه المحلاة.	- التوسع في استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة.	
- الرفع من كفاءة استخدام المياه في الزراعة.	- تشجيع أنظمة حصاد المياه.	
- خفض من الضغط على المياه الجوفية المستخدمة في الزراعة.	- الحد من استخراج المياه الجوفية.	

المصدر: (البوابة الرسمية لحكومة دولة الإمارات العربية المتحدة، الصفحات 3-4)

وبناء على توصيات استراتيجية الأمن المائي لدولة الإمارات 2036 تم توقيع اتفاقية شراكة مائة استراتيجية بين أبوظبي ولخلق بيئة مستدامة والمحافظة على الموارد المائية.

ثالثاً: تحلية مياه البحر في دولة الامارات العربية المتحدة.

بدأت صناعة تحلية المياه في أبو ظبي في أوائل السبعينيات، ويوجد حالياً 266 محطة لتحلية المياه في جميع أنحاء دولة الإمارات مع وجود العديد منها قيد الإنشاء أو المخطط لها في المستقبل، وبلغت كمية المياه المحلاة المستخدمة عام 2017 نحو 2,342 مليون متر مكعب، والمتوقع أن ترتفع إلى 3,688 مليون متر مكعب بحلول سنة 2020 و5,806 مليون متر مكعب بحلول عام 2025.

كما تشير تقديرات المنظمة الدولية لتحلية المياه بأن إنتاج تحلية المياه في الإمارات ارتفع من 7 ملايين متر مكعب سنة 1973 إلى 1825 مليون متر مكعب عام 2015 وتعد ثاني أكبر منتج لتحلية المياه في العالم، إذ تمثل 14 % من الإنتاج العالمي أما المملكة العربية السعودية تحتل المركز الأول عالمياً فهي تمثل 17 % من الإنتاج العالمي. (عصام الدين عوض، 2018)

حيث تتم تحلية مياه البحر والابار بعدة طرق بشركة تحلية المياه في الامارات الموضحة بالجدول التالي: (نسر الخليج، 2024)

جدول رقم (04): طرق تحلية المياه بشركة تحلية المياه في الامارات.

تحلية المياه عن طريق التقطير الفراغي	تحلية المياه عن طريق التقطير الشمسي او التقطير العادي
يتم تقليل كمية الحرارة اللازمة من اجل تبخير المياه عن طريق خفض الضغط الجوي في شركات تحلية المياه في الإمارات ومن ثم يصل الماء إلى درجة الغليان عند درجة حرارة منخفضة ويتساوى ضغط البخار مع الضغط المحيط بزيادة كلما ارتفعت درجة الحرارة.	تشبه هذه الطريقة دورة الماء في الطبيعة حيث يتم تسخين ماء البحر حتى تحدث عملية تكثيف بخار الماء، أما طريقة التقطير العادي فهي تسخين الماء حتى تحدث عملية التكثيف للحصول على مياه صالحة للشرب، اذ تعتمد على درجة التسخين وعادة لا يتم إنتاج الماء بكميات كبيرة.
التقطير متعدد التأثير	تحلية ومضي متعدد المراحل
تتم عملية التحلية من خلال سلسلة من الخطوات تسمى التأثيرات حيث يتم تسخين مياه البحر في أنابيب، ويستخدم البخار المتصاعد في جهاز تقطير متعدد المراحل، ويستخدم البخار الناتج في تسخين المياه في الخطوة التالية.	في أجهزة التبخير الومضي يمر الماء الساخن عبر سلسلة من غرف الضغط العالي، حيث يتم تحويله إلى بخار وتكثيفه على سطح بارد ثم يتم جمعه ومعالجته كميته للشرب.
التناضح العكسي	البلورة والتجميد
يتم استخدام مرشحات مصنوعة من بلورات خاصة أو سيراميك والضغط عليها لتشجيع مرور الماء وترسب الملح على الغشاء وتستهلك هذه العملية طاقة أقل من عملية التحلية الحرارية، وهي أكثر الطرق شيوعاً لتحلية المياه.	في هذه الطريقة يتم تخفيض درجة حرارة الماء ويذوب الجليد وترسب الأملاح، ومن ثم يتم تجميده لفصل الماء العذب عن الماء المالح وتستخدم هذه الطريقة في الدولة ذات المناخ البارد.

المصدر: (نسر الخليج، 2024)

رابعاً: تقنية التناضح العكسي ونظام المنتج المستقل لتحلية المياه.

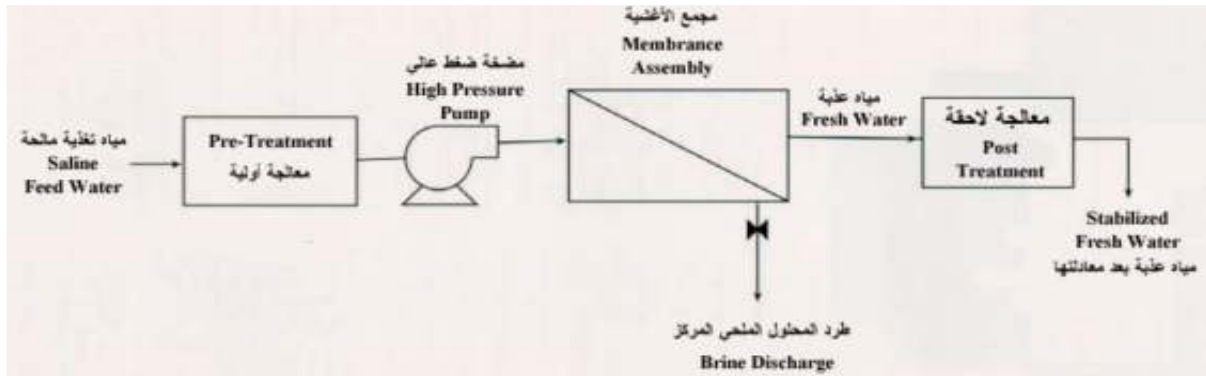
التناضح العكسي هو عملية نقل الماء من محلول عالي التركيز إلى سائل أقل تركيزاً عن طريق ضخ الماء بضغط عالٍ من خلال غشاء شبه نافذ، مما ينتج عنه مياه معالجة يتم إزالة الأملاح والمعادن منها وقد تضاف من اجل رفع نسبة التصفية. (صحيفة العرب، 2023)

حيث أنشأت الهيئة محطة لتحلية مياه البحر بالتناضح العكسي (SWRO) بمجمع جبلالتوليد الطاقة وتحلية المياه بطاقة إنتاجية إجمالية تصل إلى نحو 40 مليون جالون يومياً بتكلفة تبلغ حوالي 897 مليون درهم إماراتي، اذ تحتوي المحطة على اجهزة لاستعادة الطاقة بكفاءة قدرها 96 %، بالإضافة إلى ذلك تقوم الهيئة بتنفيذ المشروع الأول ضمن نموذج المنتج المستقل للمياه (IWP) وهو مشروع تحلية المياه باستخدام تقنية التناضح العكسي بسعة انتاجية تقدر 120 مليون جالون يومياً بطاقة في مجمع محطات تحلية المياه في مجمع حصيان.

اذ تعمل هيئة كهرباء ومياه دبي على مشروع تخزين المياه المحلاة واسترجاعها في أحواض المياه الجوفية حيث تتم تحلية مياه البحر عن طريق التقنية والتي تتميز باستخدام الطاقة الشمسية النظيفة وانخفاض استهلاك الطاقة، ويتم بعد ذلك تخزين فائض الإنتاج في أحواض المياه الجوفية حيث يتم استعادته عند الحاجة إليه وإعادةه إلى شبكة الميا هو يشكّل هذا النموذج الشامل والمبتكر حالة اقتصادية صديقة للبيئة ومستدامة مع قدرة دبي على استشراف المستقبل وصناعاته وعند نهاية المشروع بحلول عام 2025 سيكون قادراً على تخزين 6,000 مليون جالون واستعادتها عند الحاجة إليها.

مما يجعله الأكبر استراتيجياً في العالم إذ يوفر للإمارة مياه تكفي لمدة 90 يوماً بمخزون 50 مليون جالون من المياه يومياً في حالات الطوارئ، مع ضمان سلامة المياه المخزنة من المؤثرات الخارجية ويدعم المشروع جهود هيئة كهرباء ومياه دبي لزيادة الطاقة التخزينية للمياه في دبي من 822 مليون جالون حالياً إلى 7212 مليون جالون بحلول عام 2025. (سهيل المزروعى - سعيد الطائر، 2022، الصفحات 2-3)

شكل رقم (06): نظام التناضح العكسي.

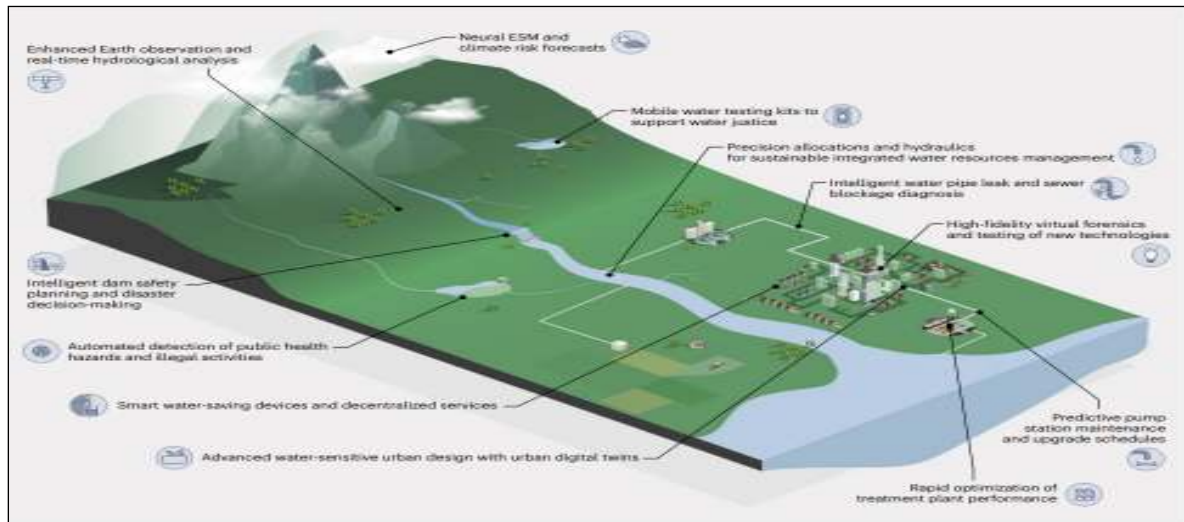


المصدر: (بوابة الخيمة، 2023)

خامساً: الاستثمار الصناعي (تلقيح السحب) بالإمارات العربية المتحدة.

يعتبر برنامج تعزيز الاستثمار في دولة الإمارات العربية المتحدة والمعروف باسم تلقيح السحب مبادرة رائدة تهدف إلى زيادة مستويات المياه الجوفية من خلال زيادة هطول الأمطار في المناطق الجافة وشبه الجافة في العالم ودمج طرق مبتكرة للمساهمة في الأمن المائي بداية عام 2015، حيث يقدم هذا البرنامج منحة بقيمة 5 ملايين دولار أمريكي لتشجيع الابتكار والبحث في هذا المجال.

شكل رقم (07): أمثلة على فوائد الذكاء الاصطناعي في حل المشكلات عبر أنظمة المياه.



Source : (Catherine E, Richards, A Tzachor, S Avin, R Fenner, Rewards, 2023, p. 423)

يتمتع الذكاء الاصطناعي بالقدرة على تحقيق فوائد على مستوى النظام تتراوح بين تعزيز مستجمعات المياه رؤى لتحسين كفاءة الشبكة والخدمة للمستخدمين النهائيين حيث يعد AI وتقسيمه الفرعي للتعليم الآلي (ML) اقترح أحدث التدخلات التكنولوجية لحل المشكلات في نظام المياه من خلال بناء القدرة على التكيف مع المناخ وتحسين أداء البنية التحتية ودعم مبادرات المياه والصرف الصحي والنظافة الصحية، فإن التطبيق المتزايد للذكاء الاصطناعي لديه القدرة على خلق مشاكل خطيرة وغير متوقعة لم يتم تقييمها بالكامل ويجب إدارتها بطريقة مسؤولة واستباقية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، وتغطية أنظمة المياه من البداية إلى النهاية بإمدادات المياه وإدارة مستجمعات المياه وتوزيعه والمعالجة الفعالة وتحسين توافر الخدمة وإدارة الطلب والعدالة المائية. (Catherine E. Richards, Asaf T, Shahar A, Richard F, Rewards, 2023, p. 423)

تعد دولة الإمارات رائدة في مجال الاستمطار الاصطناعي في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا حيث أنفقت الدولة 2 مليون درهم إماراتي (حوالي 550 ألف دولار أمريكي) على مشاريع "تلقيح السحب" لسنة 2015 وضاعفت جهودها أربع مرات عام 2016 حيث نفذت 75 مشروعاً في الربع الأول من العام (في حين حدثت 186 عملية في عام 2015 بأكمله) (McFarlane, Nyree, 2016)

بصفة عامة يهدف تلقيح السحب الاصطناعي بالسلاسل الجبلية على الحدود مع سلطنة عمان إلى رفع منسوب وخزانات المياه واستخدام التقنية أيضاً في المناطق الحضرية، وعلى الرغم من نجاح هذه التقنية في زيادة هطول الأمطار إلا أن هناك حاجة إلى تحليل مفصل للتكلفة والعائد للتأكد مما إذا كان هذا النهج مصدراً مائياً صالحاً مقارنة بالخيارات الأخرى مثل حملات تحلية المياه أو الحفاظ على المياه حيث يوضح الجدول 05 الموارد المائية للدولة الإمارات بدءاً من سنة 2002 والموارد المائية المتوقعة للدولة الإمارات لعام 2050. (Fanack- Water, 2017)

جدول رقم (05): الموارد المائية التاريخية والمتوقعة بدولة الامارات.

الموارد المائية (مليون متر مكعب)	2002	2005	2010	2015	2020	2025	2050
الجريان السطحي	150	150	150	150	150	150	150
متوسط تغذية المياه الجوفية	125	125	125	125	125	125	125
تحلية المياه	720	945	1.489	2.343	3.689	5.807	11.613
المياه المعالجة	227	273	387	615	754	1.054	2.107
المجموع	1.223	1.492	2.151	3.233	4.716	7.135	13.994

المصدر: (fanack, Water 2017)

الخلاصة:

في السنوات الأخيرة أصبح الذكاء الاصطناعي أداة قوية وسريعة التطور في حل المشاكل العملية اذ يتمتع بالعديد من المزايا ويستخدم على نطاق واسع في مختلف المجالات، حيث لعب دوراً مهماً في تعزيز الكفاءة من خلال أتمتة المهام والحد من الخطأ البشري اذ يتعامل بسلاسة مع البيانات الضخمة، لكن له عيوباً وقيوداً لا يجب تجاهلها كالطلب على البيانات الضخمة وسوء إدارتها وتفسيرها وضعف استنساخ النموذج كما تعد الشفافية الأكاديمية والتوحيد القياسي والمقارنة العادلة من العوائق الرئيسية أمام تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

يعد استخدام التكنولوجيا الحديثة عامل أساسي لإبراز تجربة الإمارات العربية المتحدة كنموذج رائد في مجال تحقيق الأمن المائي فاستخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة الموارد المائية يعزز الكفاءة والاستدامة من خلال تطبيق تقنيات متطورة على عمليات مراقبة وتحليل المياه مما يؤدي الى تحسين جودتها والتنبؤ بالتحديات المستقبلية واتخاذ قرارات استراتيجية دقيقة لضمان الأمن المائي كتطبيق تقنية تحلية المياه كما لا يزال تطبيق الذكاء الاصطناعي في مجال المياه محدوداً مقارنة باستخدامه في القطاعات الأخرى ويسمح بتجنب الأخطاء التي ارتكبت والتعلم منها حيث تتعرض الموارد المائية لضغوط شديدة بشكل متزايد بسبب تغير المناخ والدوافع العالمية الأخرى، ومن خلال دراستنا تطرقنا للنتائج التالية:

- تقنيات الذكاء الاصطناعي لها القدرة على تحفيز التقدم في مجالات العلوم ودفعها نحو تحقيق اكتشافات مبتكرة ومفيدة.
- تعتبر دولة الامارات العربية المتحدة ثاني اكبر دولة عالميا في مشاريع تحلية المياه.
- بفضل تطبيق الذكاء الاصطناعي تمكنت دولة الإمارات من التنبؤ بالتحديات المستقبلية المتعلقة بالموارد المائية واتخاذ الإجراءات الوقائية.
- نظراً للجهود المبذولة في تطبيق الذكاء الاصطناعي أدى الى تحقيق الأمن المائي مما يزيد من الاستدامة ويضمن توفير المياه النظيفة للمواطنين.
- أدى استخدام الذكاء الاصطناعي لرصد وتحليل جودة المياه إلى تحسينها وتقليل الملوثات المحتملة.
- ومن خلال هذه الدراسة توصلنا إلى مجموعة من التوصيات للتحكم في إدارة الموارد المائية من اجل تحقيق الأمن المائي وهي كالتالي:
- يجب على علماء الرياضيات والأحياء والمهندسون وخبراء الكمبيوتر معاً لتطوير نماذج جديدة وتقنيات مبتكرة لتصميم أنظمة معالجة المياه المثالية.
- لفهم السلوك المعقد للكائنات الحية هناك الحاجة إلى مزيد من الأبحاث بدءاً من المستوى المختبري والميداني واستكشاف آليات أنظمة معالجة المياه مع اختلاف العوامل المؤثرة والمشكلات الكبرى لتحقيق الأمن المائي.
- يجب اعتماد التكنولوجيا الذكية والذكاء الاصطناعي في مجال إدارة الموارد المائية لتحسين كفاءة استخدام المياه وتقليل الهدر.
- تعزيز القدرة على تحليل والتنبؤ بالبيانات المتعلقة بالموارد المائية من أجل اتخاذ قرارات أكثر دقة وفعالية.
- يتطلب أن تكون البيانات أكثر شفافية والحاجة إلى بناء أنظمة بيئية مواتية للابتكار وتقديم التزامات أكثر واقعية للمجتمعات العامة والخاصة العالمية.
- ضرورة اعتماد تقنية كشف التسرب لتحسين البنية التحتية لشبكة المياه وتقليل الهدر وزيادة كفاءة النقل والتوزيع.
- تعزيز التعاون الدولي وتبادل المعرفة والتكنولوجيا بين الدول من أجل تحسين إدارة الموارد المائية وتحقيق الأمن المائي على المستوى العالمي.
- يجب التركيز على تنفيذ السياسات والاستراتيجيات من اجل ضمان استدامة الموارد المائية والحفاظ على البيئة المائية للأجيال الحالية والمستقبلية.

الإحالات والمراجع:

قائمة المراجع باللغة العربية:

1. بوابة الخيمة . (2023, 07 26). طرق تحلية المياه المالحة. تاريخ الاسترداد 07 20, 2024, من <http://www.khayma.com/madina/des2.htm>.
2. البوابة الرسمية لحكومة دولة الامارات العربية المتحدة. (2024, 5 7). استراتيجية الأمن المائي لدولة الإمارات. Consulté le 7 8, 2024, sur <https://u.ae/ar-ae/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/e>.
3. البوابة الرسمية لحكومة دولة الامارات العربية المتحدة. (s.d.). هيئة تنظيم الاتصالات. TRA. البوابة الرسمية لحكومة دولة الامارات العربية المتحدة، هيئة تنظيم الاتصالات TRA، متاح على. 3-4. <https://u.ae/ar-ae/resources/-/media/49FE7A4FC5684AE98831CD0B4E28B6AD.ashx>.
4. جريدة الحرة. (2024, 3 25). تقرير الامارات رائدة في تنفيذ استراتيجيات الامن المائي. تاريخ الاسترداد 11 7, 2024, من <https://hura7.com/?p=19955>.
5. جريدة الوسط، يومية سياسية مستقلة. (2009, 8 17). يومية سياسية مستقلة، الأمن المائي والأمن الغذائي... ما بين الموازنة والخيار؟ تاريخ الاسترداد 2 7, 2024, من <http://www.alwasatnews.com/news/304568.html>.
6. سعيد محمد الطاير. (2023). تقرير الشبكة الذكية لهيئة كهرباء ومياه دبي، الامارات، 16.
7. صحيفة العرب. (2023, 7 26). مشاريع تحلية المياه في الإمارات تركز على الطاقة النظيفة. تاريخ الاسترداد 20 7, 2024, من <https://alarab.co.uk>.
8. الموارد المائية في الامارات العربية المتحدة. <https://water.fanack.com/ar/uae/water-resources>. Consulté le 07 24, 2024, sur <https://water.fanack.com/ar/uae/water-resources>. (Fanack- Water. (2017, 10 17).
9. سهيل المزروعى - سعيد الطاير. (2022). تسخير احدث التقنيات ونظام المنتج المستقل للمياه يعزز تنافسية دولة الإمارات في مجال استدامة المياه. هيئة كهرباء ومياه دبي، الامارات العربية المتحدة.
10. عصام الدين عوض. (2018, 3 27). 266 محطة تحلية مياه في الإمارات و3.6 ملايين متر مكعب استهلاك 2020، البيان. تاريخ الاسترداد 24 7, 2024, من <https://www.albayan.ae/across-the-uae/news-and-reports/2018-03-27-1.3221563#>.
11. نسر الخليلج. (بلا تاريخ). شركة تحلية المياه في الامارات خصص 30% صيانة محطات تحلية. تاريخ الاسترداد 07 2024, 23, من <https://water-tanks-uae.com>.
12. نيفين حسين. (2017). الأمن المائي في دولة الامارات العربية المتحدة. وزارة الاقتصاد، متاح على: <file:///C:/Users/DELL/Downloads/Water%20Security%20Report%202017.pdf>.
13. هشام يحيى، الطاقة. (2023, 2 20). ثالث أكبر محطة لتحلية المياه بالتناضح العكسي في الإمارات تدخل حيز التنفيذ. تاريخ الاسترداد 20 7, 2024, من <https://attaqa.net>.
14. هيئة كهرباء ومياه دبي. (2024, 5 9). هيئة كهرباء ومياه دبي (ش.م.ع) تحقق نتائج قياسية في الربع الأول من عام هيئة كهرباء ومياه دبي (ديوا). تاريخ الاسترداد 20 7, 2024, من هيئة كهرباء ومياه دبي، هيئة كهرباء ومياه دبي (ش.م.ع) تحقق نتائج قياسية في الربع الأول من عام 2024 هيئة كهرباء ومياه دبي (ش.م.ع) تحقق نتائج قياسية في الربع الأول من عام هيئة كهرباء ومياه دبي (ديوا).

References in English:

1. Andrej Flogie- Boris Abersek. (2019). *The Impact of Innovative ICT Education and AI on the Pedagogical Paradigm*, Cambridge Scholars Publishing. <https://www.cambridgescholars.com/product/978-1-5275-3196-3>, 53.
2. B.J.Copeland. (2024, 7 26). B.J.Copeland, *Artificial intelligence*, Britannica,. Consulté le 7 26, 2024, sur <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>.
3. Boesh, G. (2023, 11 21). *What is Pattern Recognition? A Gentle Introduction*. Consulté le 7 29, 2024, sur <https://viso.ai/deep-learning/pattern-recognition/>.
4. Burge, S. (2024, 2 1). *What is Water Security?* ISJ International Security Journal. Consulté le 7 1, 2024, sur <https://internationalsecurityjournal.com/what-is-water-security/>.
5. Catherine E, Richards, A Tzachor, S Avin, R Fenner, Rewards. (2023). *risks and responsible deployment of artificial intelligence in water systems, nature water*. nature water, 1, 423.
6. Flam, S. (2024, 4 1). *Benefits of Machine Learning in Healthcare*, Foresee Medical,. Consulté le 5 4, 2024, sur <https://www.foreseemed.com/blog/machine-learning-in-healthcare>.
7. Glover, E. (2024, 4 2). *Artificial Intelligence*, builtin. Consulté le 7 4, 2024, sur <https://builtin.com/artificial-intelligence>.

8. Jha, S. K. (2023, 2 8). *Water can't wait: Accelerating the adoption of innovations in water security*, WORLD BANK BLOGS. Consulté le 7 7, 2024, sur <https://blogs.worldbank.org/en/water/water-cant-wait-accelerating-adoption-innovations-water>.
9. Kamilia. (2024, 5 5). *What Is Artificial Intelligence: Definition & Sub-Fields Of AI*. Consulté le 7 22, 2024, sur <https://www.softwaretestinghelp.com/what-is-artificial-intelligence/>.
10. KUMAR, C. P. (2018). *Water Security – Challenges And Needs, Scientist 'G'*. C. P. KUMAR, *Water Security – Challenges And Needs, Scientist 'G'*, National Institute Of Hydrology, Roorkee, India, <https://www.researchgate.net/publication/322569213>, 4(1), 28.
11. Maheshwari, Rashi. (2023, 8 24). *Advantages of Artificial Intelligence (AI) In 2024*. Consulté le 7 4, 2024, sur <https://www.forbes.com/advisor/in/business/software/advantages-of-ai/>.
12. Marr, B. (2018, 10 1). *Qu'est -ce que l'IA d'apprentissage profond? un guide simple avec _ exemples pratiques*. Consulté le 5 9, 2024, sur <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/10/01/what-is-deep-learning-ai-a-simple-guide-with-8-practical-examples/?sh=da33388d4bad>.
13. McFarlane, N. (2016, 4 28). *Dhs2 million spent on cloud seeding in the UAE last year*. Consulté le 7 24, 2024, sur <https://whatson.ae/2016/04/cloud-seeding-uae-in-2016/>.
14. Montanés, A. (2024, 6 4). *What are the advantages and disadvantages of Artificial Intelligence with its current uses?* Consulté le 7 4, 2024, sur <https://raona.com/en/what-are-the-advantages-and-disadvantages-of-artificial-intelligence-with-its-current-uses/>.
15. Pannu, A. (2015). *Artificial Intelligence and its Application in Different Areas*. , M. Tech Student., 4(10), 79.
16. Partnership, G. W. (2009). *Global Water Partnership, GLOBAL WATER SECURITY SUBMISSION BY THE GLOBAL WATER PARTNERSHIP*, Drottninggatan 33,. Global Water Partnership, GLOBAL WATER SECURITY SUBMISSION BY TH Stockholm, Sweden, Available at: https://www.gwp.org/globalassets/global/activities/news/gwp_on_watersecurity_feb_2010.pdf, 1.
17. Robert, J. (2020, 11 18). *Machine Learning : Définition, fonctionnement, utilisations*. Consulté le 5 4, 2024, sur <https://datascientest.com/machine-learning-tout-savoir>.
18. SCHOOL OF GRADUATE STUDIES. (2024, 2 20). *Advantages and Disadvantages of Artificial Intelligence*. Consulté le 7 5, 2024, sur : https://sgs.upm.edu.my/article/advantages_and_disadvantages_of_artificial_intelligence-77932.
19. Srivastava, R. (2024). *Applications of Artificial Intelligence in Medicine*. Centre for Cellular and Molecular Biology-CSIR, Hyderabad, Indi, 9(2), 138.
20. Srivastava, R. Same as previous reference, 139.
21. Staff, C. (2024, 3 19). *5 Benefits of AI to Know in 2024 (+ 3 Risks to Watch Out For)*. Consulté le 7 5, 2024, sur <https://www.coursera.org/articles/benefits-of-ai>.
22. Unesco The United Nations Educational. (2023). *Education 2030, ChatGPT and Artificial Intelligence in higher education*. , Scientific and Cultural Organization Quick star guide, 07.
23. Wang, Ming-Hwa. (s.d.). *Artificial Intelligence and Subfields*. Ph.D Adjunct, Department of Computer Engineering Santa Clara University, Available at: https://www.cse.scu.edu/~mlwang/ai/AI_subfields.pdf, p11.
24. Wilson, A. (2023, 5 14). *Branches of AI: A Simple Guide to 28 Fields of Artificial Intelligence*. Consulté le 5 4, 2024, sur [Branches of AI: A Simple Guide to 28 Fields of Artificial Intelligence \(approachableai.com\)](https://www.approachableai.com/branches-of-ai).
25. Zhang Nan-Chen Yuping-Zhu Kongjue. (2024, 03 09). *The Future of Marketing Analytics: Trends and Emerging Technologies*, International Journal of Advances in Business and Management Research (IJABMR). Consulté le 05 09, 2024, sur [The Future of Marketing Analytics: Trends and Emerging Technologies | International Journal of Advances in Business and Management Research \(IJABMR\) \(svgacademy.org\)](https://www.svgacademy.org/).