

الابتكار العملياتي كآلية لتعزيز الأمن المائي في الجزائر: فكرة موازية لاستثمار

المياه المالحة في الحياة اليومية

Operational innovation as a mechanism to enhance water security in Algeria: a parallel idea to saline water investment in daily life

عبد الغاني فردي*

جامعة الشهيد الشيخ العربي التبسي-تبسة

مخبرا لدراسات البيئية والتنمية المستدامة

abdelghani.ferdi@univ-tebessa.dz

تاريخ النشر: 2024/11/20

تاريخ القبول: 2024/10/02

تاريخ الاستلام: 2023/01/10

ملخص:

تعتبر أزمة المياه في البلدان ذات الظروف الطبيعية الجافة أمراً حرجاً يتطلب الابتكار في الحلول العملية بأسلوب إبداعي للحد من أخطاره. يقدم هذا المقال فكرة مبتكرة تستند إلى الابتكار العملياتي للمساهمة في التغلب على تحدي ندرة المياه. تتناول الفكرة استخدام شبكة موازية لتوزيع المياه المالحة لاستعمالها في أنشطة الحياة اليومية، مثل تدفق المراحيض وغسيل الأطباق والري الحديقي لأصناف محددة من النباتات، وذلك بهدف الحفاظ على مصادر المياه العذبة للاستخدامات الأكثر حيوية. تم خلال هذه الورقة البحثية توضيح الأدبيات الخاصة بمتغيرات الدراسة وكذلك اقتراح استعمال مياه البحر المالحة كمورد موازي بناء على التجارب السابقة الميدانية، مع الاستدلال بمعدلات استهلاك عالمية وتوضيح من خلال دراسة افتراضية النتائج الاستشرافية الممكن تحقيقها من خلال اعتماد هذا النظام المقترح على الصعيدين الاقتصادي والبيئي.

الكلمات المفتاحية: امن مائي ; ابتكار عملياتي ; ماء البحر.

Abstract: The water crisis in countries with arid natural conditions is a critical issue that requires innovative and creative solutions to mitigate its risks. This article presents an innovative idea based on operational innovation to contribute to overcoming the challenge of water scarcity. The idea involves the use of a parallel network to distribute saline water for various daily activities, such as toilet flushing, dishwashing, and garden irrigation for specific plant species. The goal is to preserve freshwater resources for more vital uses. This paper explores the literature related to the study variables and proposes the use of saline seawater as a parallel resource based on previous field experiments. It provides evidence through global consumption rates and elucidates the prospective results achievable by adopting this proposed system on both economic and environmental fronts.

Keywords: security ; process innovation; sea water

Classification Codes: Q25, Q01, Q56, Q57

I. تمهيد:

نحن ندرك أن الماء يعد الحاجة الأساسية لكل أشكال الحياة على وجه الأرض. إنه يلعب دورًا حيويًا في توفير حياة مريحة على كوكبنا، حيث يستخدم لأغراض متعددة، بدءًا من الشرب والطهي والاستحمام إلى التنظيف. بلا شك، يعد الماء من الموارد الأساسية التي لا يمكن الاستغناء عنها للإنسان. فإننا نعلم أيضًا أن الكوكب يحتوي على كميات كبيرة من المياه، ولكن يمكن الاستفادة من نسبة صغيرة فقط - تقدر بحوالي 1 في المائة - منها لأغراض الشرب. تُعرف هذه النسبة بالمياه العذبة، وتوجد في مصادر المياه المتجددة (نسبياً) مثل الأنهار والبحيرات والكهوف والجداول. ومع مرور الوقت، تنكمش مخزونات المياه العذبة النظيفة للأسف، تعتمد معظم المياه العذبة التي نستخدمها على الأنهار والآبار الجوفية، ولكن نتيجة للاستهلاك المفرط، ينخفض مستوى المياه في هذه المصادر، مما يجعلها غير مستدامة بشكل عام.

نواجه تحدي ندرة المياه، حيث يتم تعريفها على أنها نقص في إمدادات المياه الصالحة للشرب. مع زيادة عدد سكان العالم وتأثر البيئة بشكل متزايد بتغير المناخ، يتسارع نقص إمدادات مياه الشرب العذبة. وفي السياق العالمي، يعاني مئات الملايين من نقص في مياه الشرب النظيفة. خاصة في البلدان المهددة بالجفاف، تعتبر ندرة المياه تحديًا حيويًا يؤثر على الحياة اليومية والاقتصاد والبيئة. هذه المشكلة تتسبب في تأثيرات واسعة النطاق، وتشكل تحديات جسيمة للمجتمعات التي تعتمد بشكل كبير على الموارد المائية.

في ظل التطور السكاني والنمو الاقتصادي، يزداد الطلب على المياه بشكل متسارع. هذا الارتفاع في الاستهلاك يجعل إدارة الموارد المائية أكثر تعقيدًا وتحديًا، حيث تشهد البلدان الجافة تأثيرات بارزة نتيجة التغير المناخي، مثل ارتفاع درجات الحرارة وتقلبات في نمط هطول الأمطار. هذه التغيرات تزيد من الضغط على الموارد المائية المحدودة. في بعض الحالات، تواجه البلدان الجافة نقصًا في البنية التحتية لتخزين وتوزيع المياه، مما يؤدي إلى فقدان المياه وتقليل الكفاءة في استخدامها، نظرًا لاعتماد الزراعة والصناعة على كميات كبيرة من المياه، يواجه القطاعان تحديات كبيرة في الحفاظ على الإنتاجية في ظل ندرة المياه، قد يؤدي نقص المياه إلى انخفاض جودة المياه المتاحة، مما يتسبب في مشكلات صحية وبيئية. ندرة المياه في البلدان الجافة تشكل تحديًا متعدد الأوجه يتطلب استراتيجيات شاملة وحلول مبتكرة لتلبية احتياجات المجتمع والحفاظ على استدامة الموارد المائية. على غرار معظم الدول العربية، تعاني الجزائر من تحديات كبيرة في مجال إدارة المياه، حيث تواجه ندرة المياه بشكل متزايد نتيجة للتغيرات المناخية وزيادة الاستهلاك. تتسبب هذه الأزمة في تأثيرات سلبية على الزراعة، والصناعة، وحياة السكان.

وفي المقال سيتم تقديم فكرة استخدام شبكة موازية لتوزيع للمياه المالحة الغير محلات كحلاً مبتكرًا لمواجهة هذه الأزمة. يتضمن الحل استغلال المياه المالحة في أنشطة الحياة اليومية، مثل تدفق المراحيض والصرف الصحي، غسيل الأطباق والري الحديقي للنباتات التي يمكن سقيها بالمياه المالحة، لتقليل الضغط على مصادر المياه العذبة. يمكن أن يساهم هذا الحل في تعزيز استدامة مصادر المياه وتوفير مورد مستدام للاستخدام اليومي. لهذا الاقتراح جملة من الفوائد المتوقعة:

- يساهم الاستفادة من المياه المالحة في الأنشطة اليومية في تقليل الاعتماد على المياه العذبة، مما يحد من استنزاف الموارد الطبيعية.
- يوفر الحل مصدرًا إضافيًا للمياه يمكن استخدامه في الحياة اليومية، مما يعزز رفاهية السكان ويحسن ظروفهم المعيشية.
- يساهم الحل في تحقيق التوازن بين استخدام المياه والمحافظة على البيئة، مع تعزيز الممارسات البيئية المستدامة.
- يشجع هذا الحل على تبني أساليب جديدة لاستدامة المياه ويحفز على المزيد من الابتكار في مجال إدارة الموارد المائية.

باختصار، يعد الحل المقترح فرصة للجزائر لتعزيز استدامة مصادر المياه وتحسين جودة حياة سكانها في وجه التحديات المتنامية لأزمة المياه.

1.1. أسباب اختيار موضوع البحث

1.1.1. الأسباب الموضوعية

• نظرا لقلة الدراسات النظرية باللغة العربية في الوطن العربي بصفة عامة وفي الجزائر بصفة خاصة حول الأدبيات البيداغوجية المتعلقة بموضوع الابتكار العملياتي، حاولنا من خلال هذه الدراسة المتواضعة تسليط الضوء على المفاهيم العامة لموضوع الابتكار العملياتي وأهم رواده، فقد ظهر هذا المصطلح لأول مرة في مجلة هارفرد لإدارة الأعمال سنة (2004) بعنوان "التغيير الجذري: كيف يمكن للابتكار العملياتي أن يحول شركتك" وسنحاول إعطاء قيمة مضافة له للباحثين وممارسي إدارة الأعمال في الوطن العربي لشق الطريق للبحوث والممارسات العملية المستقبلية باللغة العربية.

• من خلال البحث في موضوع الدراسة لاحظت غياب الدراسات باللغة العربية التي تهتم بموضوع دراسة المراحل التي تحتل نصيب الأسد من الموارد المائية المهددة والتي يجب أن تلقى اهتمام واسع من قبل الباحثين والحكومات العربية والجزائر بصفة خاصة.

• حاولنا من خلال هذه الورقة البحثية المتواضعة الخروج من نمط المقالات البيداغوجية والأكاديمية البحتة من خلال تسليط الضوء على موضوع عملي وسوسيو-اقتصادي ومحاولة تقديم حلول عملية مبتكرة لتسهم في الربط العملي بين الجامعة ومحيطها السوسيو-اقتصادي في الجزائر.

2.11. الأسباب الشخصية

بصفتنا باحثين في مجال إدارة الأعمال حاولنا من خلال هذه الدراسة المتواضعة استغلال بعض مكتسباتنا المعرفية في مجال التسيير وإدارة الابتكار من أجل اقتراح أفكار مبتكرة وحلول منطقية من خلال استنباط نتائج عملية قد تساهم في التقليل من حدة أزمة المياه في الجزائر للاستفادة منها على الصعيدين البيئي والاقتصادي، في حال نشر المقال سنحاول اقتراحه مستقبلا كمشروع بحث وطني لدى وزارة التعليم العالي والبحث العلمي لتقريب

الجامعة من محيطها السوسيو-اقتصادي من أجل تثمين نتائج البحث العلمي ومحاولة حل مشاكل الحكومة في مجال الأمن المائي.

2.1. أهداف الدراسة

تهدف هذه الورقة البحثية إلى تحديد الدور الذي يمكن أن يلعبه الابتكار العملياتي في تعزيز الأمن المائي من خلال اقتراح نظام تسيير للموارد المائية يمكن أن تعتمده الجزائر مستقبلاً أو أي دولة من دول العالم خاصة مع تزايد ندرة المياه وارتفاع تكاليف استرجاعها وتحليلها في ظل أزمات الجفاف التي أصبحت تهدد حتى دول أوروبا نتيجة التغير المناخي وازدياد عدد سكان الدول لتحقيق أهداف اقتصادية وبيئية في إطار التنمية المستدامة.

3.1. منهجية الدراسة

تم الاعتماد في هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي وفق أسلوب دراسة نوعية بالرغم من الاستشهاد ببعض البيانات الكمية.

4.1. الإشكالية العامة للدراسة

ومما سبق ذكره، يمكن اقتراح إشكال رئيسي أو تساؤل للمقال:

"كيف يمكن تحقيق استدامة الموارد المائية في البلدان الجافة من خلال استغلال المياه المالحة (الغير محلات) في أنشطة الحياة اليومية؟"

من خلال ما جاء في الإشكال العام للدراسة، يمكن أن يأخذ المقال تقديم تحليل شامل لكيفية تحقيق استدامة المياه في البلدان الجافة من خلال اقتراح وتناول التساؤلات الفرعية التالية :

• ما هو تقييم الوضع الحالي لأزمة المياه في البلدان الجافة، مع التركيز على التحديات والتغيرات البيئية والاقتصادية؟

• كيف يمكن استغلال المياه المالحة في أنشطة الحياة اليومية لتحقيق استدامة المياه، مع التركيز على الفوائد الاقتصادية والبيئية؟

• ماهي التحديات المحتملة التي يمكن أن تواجه تنفيذ هذا الحل، مثل التكلفة، والبنية التحتية، وقبول المجتمع لهذا الحل؟

• ماذا يلزم لاتخاذ إجراءات عملية لتنفيذ هذا الحل لدعم الابتكار في مجال إدارة الموارد المائية؟

5.1. فرضيات الدراسة

يمكن تعويض مياه البحر المالحة بالمياه العذبة لبعض الأنشطة

2. الابتكار العملياتي وتأثيره على حلول أزمة المياه :

يعتبر الابتكار العملياتي مفتاحاً أساسياً للتصدي لتحديات حياتنا اليومية، ولا سيما عندما يتعلق الأمر بقضايا هامة مثل أزمة المياه. في عصر تزايد السكان وتغير المناخ، أصبح من الضروري البحث عن حلول إبداعية وعملية للحفاظ على موارد المياه وتوفيرها بشكل فعال، يُعرّف الابتكار العملياتي على أنه تطبيق الأفكار والتحسين المستمر في عمليات إدارة وتنظيم العمل، وهو نهج يهدف إلى زيادة الكفاءة وتحسين الأداء. في سياق أزمة المياه، يأتي

الابتكار العملياتي ليلعب دورًا حيويًا في تحديث وتحسين كيفية استخدام وإدارة موارد المياه، سيتناول هذا المقال تأثير (سابق واستشرافي) للابتكار العملياتي ومحاولة اقتراح حلول لأزمة المياه من خلال حل إبداعي للتفسير العقلاني لها، حيث سندستعرض كيف يمكن للتفكير الإبداعي والتحسين المستمر في العمليات أن يسهم في تعزيز فعالية استخدام المياه والحفاظ على مصادرها. سنستكشف أيضًا كيف يمكن تكامل الابتكار العملياتي مع تقنيات حديثة وأساليب مستدامة لتحقيق تغيير إيجابي وشامل في قضية المياه، مما يعزز التنمية المستدامة ويضمن توفير المياه للأجيال القادمة.

1.2. تفسير لمفهوم الابتكار العملياتي كسبيل لإعادة هندسة العمليات.

في العقدين الأخيرين، اقترح Michael Hammer والعديد من الباحثين والأكاديميين لأول مرة مناهج تترجم إعادة الهندسة والابتكار التشغيلي من النظرية إلى التطبيق من خلال الابتكار العملياتي، وأيضًا في مقاله في مجلة هارفارد لإدارة الأعمال (HBR)، يقدم مايكل هامر بعض الأمثلة لقصص نجاح الابتكار التشغيلي أو العملياتي، ويقدم إرشادات حول كيفية تحقيق ذلك في منظمات الأعمال.

يُعرف الابتكار العملياتي أو التشغيلي وفقًا ل (Hammer) بأنه اختراع ونشر طرق جديدة لأداء العمل، والابتكار التشغيلي هو حقًا تغيير عميق يؤثر على جوهر المنظمات، ومع ذلك فهو بطبيعته معطل ويجب أن يركز في تلك الأنشطة ذات أكبر التأثير على الأهداف الإستراتيجية العامة للمؤسسة (D'atri et al, p.30) كما يعرف Gary Hamel (2007)، الابتكار التشغيلي أو العملياتي على أنه يتناول عملية إدارة المؤسسة باعتبارها مجموعة من الممارسات والإجراءات الروتينية التي تحدد كيفية إجراء عمل الإدارة على أساس يومي (Shanks & Buchbinder, 2016, p. 16). على سبيل المثال، Stephen Peter Rosen تصور الابتكار العسكري في سياق تغيير يجبر أحد الوحدات القتالية الأساسية للخدمة على تغيير مفاهيم العملية وعلاقتها بالأسلحة القتالية الأخرى (Raska, 2015, p. 05). وعليه تعتمد ثقافة الابتكار على الموظفين الذين يولدون أفكارًا للابتكار التشغيلي، والمدير هو الركيزة الأساسية في إنشاء ثقافة الابتكار التي تدعم توليد الأفكار (Buchbinder & Shanks, 2016, p.20).

ومن خلال ما سبق ذكره يمكن إيجاز تعريف للابتكار العملياتي أو التشغيلي كما يلي:

الابتكار العملياتي يهدف إلى العمل بطرق جديدة تماما لتلبية الطلبات أو تطوير المنتجات أو تقديم خدمة للعملاء أو تحسين أداء أي نشاط آخر تقوم به المنظمة. وعليه، تكون العلاقة بين إعادة هندسة العمليات والابتكار التشغيلي كما يلي:

- تعد إعادة هندسة العمليات والابتكار التشغيلي نهجين متكاملين. يمكن اعتبار إعادة هندسة العمليات بمثابة نوع محدد من الابتكار التشغيلي الذي يستهدف إعادة تصميم العمليات التجارية الأساسية.
- غالبًا ما تشارك المؤسسات في مبادرات الابتكار التشغيلية لخلق ثقافة الابتكار والتحسين المستمر. ويمكن لمشاريع إعادة هندسة العمليات أن تكون عنصراً رئيسياً في مثل هذه المبادرات.

● يشترك كل من إعادة هندسة العمليات والابتكار التشغيلي في أهداف مشتركة، مثل تحسين الكفاءة وخفض التكاليف والاستجابة بشكل أكثر فعالية لمتطلبات السوق.

تعد إعادة هندسة العمليات شكلاً محدداً من أشكال الابتكار التشغيلي الذي يركز على إعادة التصميم الجذري للعمليات التجارية. يشمل الابتكار التشغيلي، بالمعنى الأوسع، مجموعة واسعة من التحسينات التي تتجاوز إعادة تصميم العمليات، بما في ذلك التغييرات في الهيكل التنظيمي، والممارسات الإدارية، واعتماد التكنولوجيا. تساهم هذه الأساليب معاً في تعزيز الفعالية والقدرة التنافسية الشاملة للمنظمة. في بعض الأحيان لا تتوافق إعادة الهندسة مع جوهر الابتكار العملياتي. على سبيل المثال، استخدمت العديد من الشركات إعادة الهندسة كدرعية لتقليص حجمها، على الرغم من أن هذا لم يكن القصد من أنصار إعادة الهندسة. وبالتالي، فقد اكتسبت إعادة الهندسة سمعة لكونها مرادفة لتقليص حجم العمالة وتسريح العمال، وفقاً لـ Eliyahu M. Goldrat (ونظريته للقيود) فإن إعادة الهندسة لا توفر وسيلة فعالة لتركيز جهود التحسين على قيود المنظمة (Lush 2019). في نفس السياق، كان أكثر الانتقادات الشائعة ضد إعادة هندسة العمليات تتعلق بالتركيز الصارم على الكفاءة والتكنولوجيا وتجاهل الأفراد في المنظمة التي تخضع لمبادرة إعادة الهندسة، كثيراً ما تم استخدام مصطلح إعادة هندسة العمليات للدلالة على تقليصات كبيرة في قوى العمل. صرح Thomas Davenport، أحد مؤيديها في وقت مبكر، بـ "عندما كتبت عن "إعادة تصميم عمليات الأعمال" في عام 1990، "قلت صراحة إن استخدامها لتقليل التكاليف وحده ليس هو هدف معقول. والاستشاريان Michael Hammer وJames Champy، الاسمين المرتبطين بشكل وثيق بإعادة هندسة العمليات، أصرّوا طوال الوقت على أن تكون التسهيلات ليست الهدف. ولكن الواقع هو أنه بمجرد خروج الجني (البيع) المتمثل في إعادة الهندسة من الزجاجة، تحولت بسرعة إلى شيء قبيح." (Costantinos 2014, p. 384)، تستند إعادة هندسة العمليات (BPR) عادة إلى تحسين الكفاءة وتحسين العمليات من خلال إعادة تصميمها بشكل جذري. وفي بعض الحالات، قد يكون استخدامها بطرق تقليدية متسارعة أحياناً إلى قرارات سريعة للتقليل من التكاليف، وهو ما قد يتسبب في آثار سلبية خاصة في حالات أزمات مثل أزمة المياه، عندما يتم تطبيقها بشكل سلب في إدارة أزمة المياه، قد يتضمن ذلك قرارات بخصوص قطع المياه أو تحديد توزيعها بشكل قاسي، مما يؤثر بشكل كبير على السكان والأعمال. قد تكون هذه الإجراءات ضرورية للتعامل مع الأزمات، ولكنها قد تفتقر إلى التفرد للنظر في الحلول الإبداعية التي قد يقدمها الابتكار العملياتي وهو بيت القصيد لهذا المقال.

بالمقابل، يمكن أن يساعد الابتكار العملياتي في تحقيق تحسينات في إدارة المياه بشكل أكثر فعالية وذكاءً، يمكن تحسين توفير المياه وتحقيق توازن بين الحفاظ على الكفاءة وتلبية احتياجات السكان. بدلاً من الاعتماد على إجراءات تقليدية وتقيدية، يمكن للابتكار العملياتي أن يساهم في تقديم حلول إبداعية تلبي احتياجات السكان وتحد من آثار الأزمات المائية.

يشير هامر (Hammer, 2004) إلى أهمية الابتكار العملياتي في المنظمة كأساس واحد للميزة التنافسية المستمرة ، وهي النتيجة الواضحة للقُدرة الأساسية. لذلك فإن جزأين مهمين من التخطيط الاستراتيجي هما تحديد القدرات الأساسية والتنبؤ بها والتي ستكون حاسمة للحفاظ على المركز التنافسي للمنظمة وتعزيزه. على هذا الأساس ، يمكن للمنظمة أيضًا تقييم قدرات أصحابها ومنافسها. إذا وجدت المنظمة نفسها أنها لا تحتل مركز ريادي، فيجب عليها تحديد تكلفة ومخاطر التنافس مقابل التكلفة والمخاطر المتعلقة بفقدان تلك القدرة الأساسية. (Meredith & Shafer, 2019, p. 29)

2.2. التجارب السابقة لدور الابتكار العملياتي في مجال إدارة الموارد المائية:

في ظل التحديات المتزايدة التي تواجه إدارة الموارد المائية، يظهر الابتكار العملياتي كأداة حيوية لتحقيق تحول فعال نحو تحسين كفاءة استخدام المياه والحفاظ على هذه الموارد الحيوية. يتناول هذا القسم تأثير الابتكار العملياتي في مجال إدارة الموارد المائية، مسلطاً الضوء على كيفية تكامل التقنيات الحديثة والتفكير الإبداعي في تحقيق نظم مستدامة وفعالة سابقة لاستدامة موارد المياه.

من خلال فحص تأثير الابتكار العملياتي في مجال إدارة الموارد المائية، سنكشف عن كيف يمكن تحسين استدامة موارد المياه وتحقيق توازن بين احتياجات المجتمع والحفاظ على هذه الثروة الطبيعية للأجيال القادمة. سنتناول النقاط التي تشير إلى كيف يمكن للابتكار العملياتي تحسين إدارة المياه، من خلال تحسين العمليات واستخدام تكنولوجيا المعلومات وتحليل البيانات لضمان توفير المياه بشكل فعال ومستدام. سنستعرض أيضًا تجارب ونماذج ناجحة توضح كيف يمكن للابتكار في هذا المجال أن يحدث تأثيرًا إيجابيًا على المجتمعات والبيئة.

● **نظم الري الذكية:** تطبيق تقنيات الابتكار العملياتي في نظم الري يمكن أن يحسن كفاءة استخدام المياه في الزراعة. تقنيات الري الذكية تعتمد على الاستشعار عن بُعد وأنظمة التحكم التلقائي لضبط كمية المياه المستخدمة وفقًا لاحتياجات النباتات وظروف البيئة، مما يقلل من الهدر ويحسن أداء الري. (Panel 2018, p.01)

● **تحسين عمليات معالجة المياه:** الابتكار في تقنيات تنقية المياه يلعب دورًا هامًا في تحسين جودة المياه وجعلها متاحة للمستخدمين بشكل آمن. استخدام تقنيات متقدمة مثل تقنيات الترشيح المتقدمة وتحلية المياه يمكن أن يحسن كفاءة إزالة الملوثات وتحسين صحة المياه (Register, 1996, p.517).

● **تحسين شبكات توزيع المياه:** باستخدام أنظمة إدارة متقدمة وتكنولوجيا التحكم، يمكن تحسين شبكات توزيع المياه لتحسين كفاءة توزيع المياه وتقليل فاقد الضغط في الأنابيب. هذا يقلل من فاقد المياه ويحسن توزيع المياه بشكل أكثر فاعلية.

● **استخدام التحليل البياني والذكاء الاصطناعي:** تطبيق التحليل البياني وتقنيات الذكاء الاصطناعي يساعد في تحليل نماذج الاستهلاك المائي والتنبؤ بالاحتياجات المستقبلية. ذلك يمكن أن يُمكن السلطات المحلية من اتخاذ قرارات أفضل بشأن إدارة الموارد المائية (Nagar 2022, p.30).

• التشجيع على ثقافة توفير المياه: بتبني أسلوب ثقافي يشجع على توفير المياه، يمكن للابتكار العملياتي أن يلعب دورًا في توعية الناس حول أهمية ترشيد استهلاك المياه وتحفيزهم على تطبيق أساليب فعّالة في استخدامها.

هذه الأمثلة تظهر كيف يمكن للابتكار العملياتي أن يلعب دورًا حيويًا في تحسين إدارة الموارد المائية والتصدي للأزمة المياه بشكل فعال.

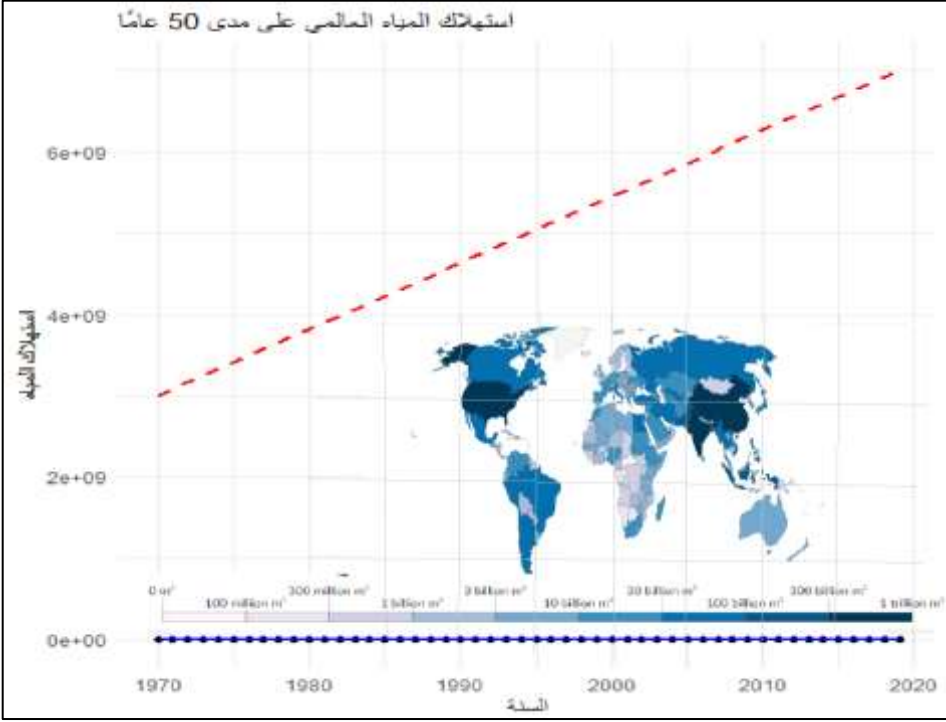
3. اقتراح الحل اقتصادي للاستفادة من المياه المالحة في أنشطة الحياة اليومية

حاليًا، لا توجد تقنية محددة تسمى "شبكة موازية للمياه المالحة" والتي تُستخدم في أنشطة الحياة اليومية. ومع ذلك، يقدم هذا المقال اقتراحات وأفكار تتعلق بتحليل وتحقيق الاستفادة من المياه المالحة في أنشطة الحياة اليومية بطرق مستدامة. قد تكون هذه الفكرة جزءًا من جهود للتعامل مع نقص المياه وزيادة استدامة موارد المياه والتي يمكن إيجازها في ما يلي:

1.3. التجمعات السكانية والصناعية: الماء ضروري لممارسة جميع الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية في حياتنا اليومية فهي المورد الأكثر أهمية وشيوعاً في العالم اليوم، وتعتبر من الموارد الرئيسية التي لا غنى عنها بالنسبة للإنسان. نعلم أيضًا أنه عندما يرغب معظم الناس في الحصول على المياه فكل ما عليهم فعله هو فتح صنبور الحنفية، في المتوسط يصل استخدام المياه الداخلية المباشرة (مياه المراض والصنوبر وغسالة الأطباق..الخ) إلى حوالي خمس مئة لتر لكل أسرة في اليوم.

وفقا لتقرير صادر عن مكتب التنمية المجتمعية والاقتصادية (OECD, 2002)، يتم استخدام ما يقرب من 20 إلى 30% لغسل المراض (European-Commission, 2009, p. 01)، وعليه تعد المراحيض إلى حد بعيد المصدر الرئيسي لاستخدام المياه في المنزل، وفي الجزائر قد تتعدى هذه النسبة العالمية بسبب قلة الثقافة الاستهلاكية بسبب دعم الدولة للموارد المائية وبيعها بسعر رمزي، المراحيض القديمة غير الفعالة التي تستخدم ما يصل (6) لترات لكل تدفق تصادف أيضا أن تكون مصدرا رئيسيا للمياه المهدرة في العديد من المنازل. يعد المراض أحد تركيبات السباكة التي تسبب استهلاكًا أكبر للمياه في المباني حسب بحث Quitzau (2007). كما تم بحث تأثير المراحيض على البيئة بواسطة Liu، Lute.(2015) وآخرون. (2016)، Cheng وآخرون. (2017). أظهرت الأبحاث السابقة المتعلقة بتوفير المياه الصالحة للشرب في المباني بعض الخيارات المجدية اقتصاديًا. (Golin 2019)

الشكل 1. استهلاك الماء العالمي 1970-2020.



المصدر: إعداد الباحث بناء على مزيج بيانات الأمم المتحدة وموقع ourworldindata.org

يُظهر أيضا هذا التوزيع (الخريطة المرفقة) لإجمالي عمليات سحب المياه العذبة (الجوفية) حسب الدول في الرسم البياني خلال الفترة من عام 1967-2019. وفي عام 2014، حققت الهند أكبر عمليات سحب من المياه العذبة بما يزيد عن 760 مليار متر مكعب سنوياً. تليها الصين بما يزيد قليلاً عن 600 مليار متر مكعب والولايات المتحدة بنحو 480-490 مليار متر مكعب، أما نسبة الجزائر فقد كانت 9.8 مليار متر مكعب حسب بيانات نفس الموقع.

يُلاحظ من المنحنى تضاعف ميل زيادة استهلاك المياه كل 25 أو 30 سنة بالتقريب وهو ما لا يمكن تحمله بحلول 2050 نظراً لضعف إمدادات المياه مع تفاقم التغيرات المناخية. بحيث يعتبر استهلاك الماء في تدفق

المراحلض أحد التحديات الرئيسية التي تواجه العالم مع زيادة عدد سكانه وتزايد المناطق المعرضة للفقّر المائي مثل الجزائر، يعدّ الماء مورداً حيويّاً للبشرية، ولكن تزايد الطلب على المياه في ظلّ زيادة السكان يضع ضغوطاً هائلة على موارد المياه العالمية، مع تزايد عدد السكان يزيد الطلب الإجمالي على المياه في مختلف القطاعات، بما في ذلك الاستخدام المنزلي والصناعي. يعتبر استهلاك المياه في تدفق المراحلض جزءاً كبيراً من هذا الاستهلاك، والذي يمكن أن يصبح غير مستدام في ظل نمو سكاني مستمر. نجد أيضاً في المناطق المهددة بالفقر المائي، يكون الوصول إلى المياه نفسه تحدّيّاً، وبالتالي يمكن أن يكون صعباً تلبية رغبات الساكنين في الحصول على كميات كافية من المياه للاستخدام اليومي، بما في ذلك استخدام المراحلض. الحكومات تواجه تحديات في توفير البنية التحتية اللازمة وتحقيق توزيع فعال للمياه في ظلّ زيادة الطلب.

بصفة عامة، يتعين على الحكومات اتخاذ إجراءات جادة ومبتكرة لتحسين إدارة الموارد المائية، وتشجيع على استخدام تكنولوجيا فعالة لتقليل هدر المياه. يجب أن تتبنى استراتيجيات توعية لتشجيع المواطنين على استخدام المياه بشكل مستدام وتحفيز التقنيات الابتكارية لتقليل الاستهلاك وهو ما تسعى هذه الورقة البحثية اقتراحه. بشكل عام، يمكن أن يؤدي تواجد تلك التحديات إلى عدم قدرة الحكومات على تلبية رغبات السكان في الحصول على مياه نظيفة بشكل كاف، مما يؤثر على جودة الحياة والصحة العامة في تلك المناطق.

من أجل كل ذلك ترفع منظمة الأمم المتحدة شعار "تقدير المراحلض" في حملتها للاحتفال باليوم العالمي للمراحلض الذي يوافق يوم 19 نوفمبر/ تشرين الثاني، لافتة النظر إلى دوره في المجتمعات الحديثة باعتباره عامل معيشة أساسيا في هذا العصر، مؤكدة في نفس الوقت أهميته لصحة الإنسان، لكن للأسف سيستنزف نسب معتبر من المياه العذبة كما اشرنا سابقا.

يُمكن استخدام المياه المالحة في أعمال الغسيل والتنظيف، مثل غسيل الأطباق أو تنظيف الملابس. يمكن تنقية المياه المالحة واستخدامها في هذه الأنشطة دون الاعتماد الكلي على المياه العذبة، في بعض الحالات، يُمكن استخدام المياه المالحة في أنظمة التبريد الصناعية أو المبياني لتقليل الاستهلاك الكبير للمياه العذبة. فيما في بعض الصناعات، يتم استخدام المياه المالحة لأغراض صناعية معينة، مثل التصنيع أو عمليات الإنتاج التي لا تتطلب جودة عالية للمياه.

لمقارنة الاستهلاك العام للمياه في الجزائر من 2000 إلى 2050، يمكننا استخدام المعدلات المقدرة لاستهلاك الفرد من المراحلض وتطبيقها على سكان الجزائر على مر السنين. وفي هذا السياق، يمكن القيام بالخطوات التالية:

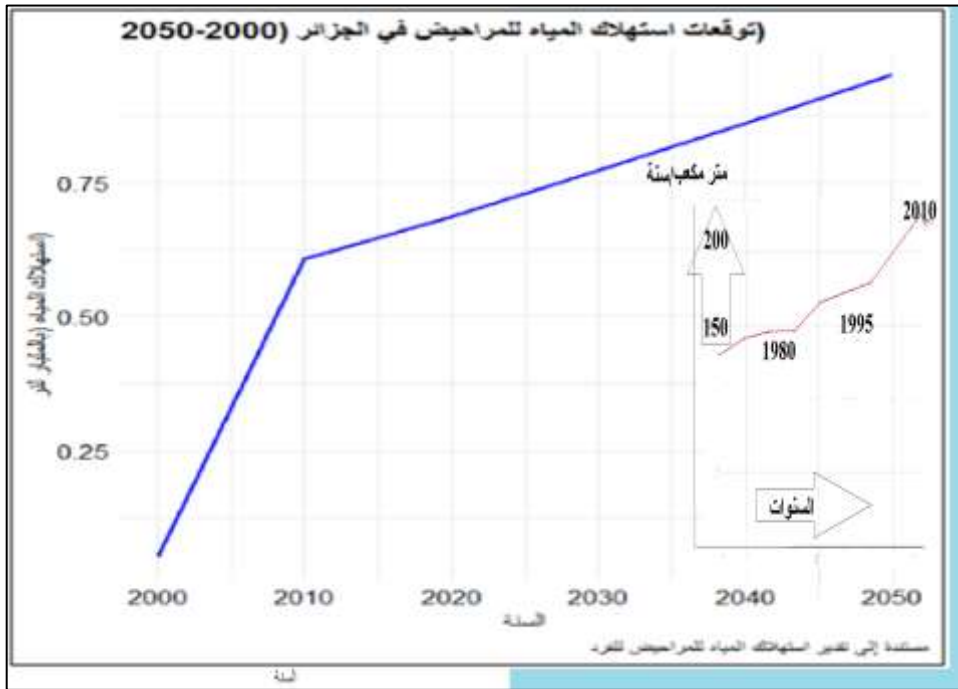
- تقدير عدد السكان في الجزائر لكل سنة: استخدام الإحصائيات السكانية المتوفرة لتقدير عدد سكان الجزائر لكل سنة من 2000 إلى 2050.

- حساب الاستهلاك العام للمياه: استخدم المتوسط المقدّر لنصيب الفرد من استهلاك المياه للمراحلض لحساب الاستهلاك الإجمالي.

• إعداد بيانات استهلاك المياه: بإعداد إطار بيانات يحتوي على السنوات والسكان والاستهلاك المتوقع للمياه.

متوسط استهلاك المياه للمراحيض يمكن أن يختلف بشكل كبير حسب العوامل المختلفة مثل نوع الصنبور، نوع الخزان، ونوعية المياه المستخدمة. ومع ذلك، يمكن تقدير استهلاك المياه للمراحيض بشكل عام. في الوسط العالمي، يتم استهلاك حوالي 6 لترات إلى 13 لترًا من المياه لكل استخدام للمرحاض. إذا فرضنا معدل استخدام المرحاض مرتين في اليوم، يمكن حساب استهلاك المياه السنوي للفرد كالتالي:

الشكل 2. دراسة احتياجات تدفق المراحيض بالمليار لتر/سنة ونصيب الفرد من المياه متر مكعب /سنة (بناء على معدلات الاستهلاك وعدد السكان) في الجزائر



المصدر: إعداد الباحث مما سبق ذكره وبيانات موقع ourworldindata.org. (لا يمكن تعديل هذه القيم وفقاً للظروف المحلية والعادات الشخصية للحصول على تقدير أدق 100%).

وبين الرسم البياني الجانبي مستوى نصيب الفرد من موارد المياه العذبة الداخلية المتجددة في الجزائر بين سنتي 1970-2010 حسب بيانات موقع ourworldindata.org. وللحفاظ على مستويات مستدامة

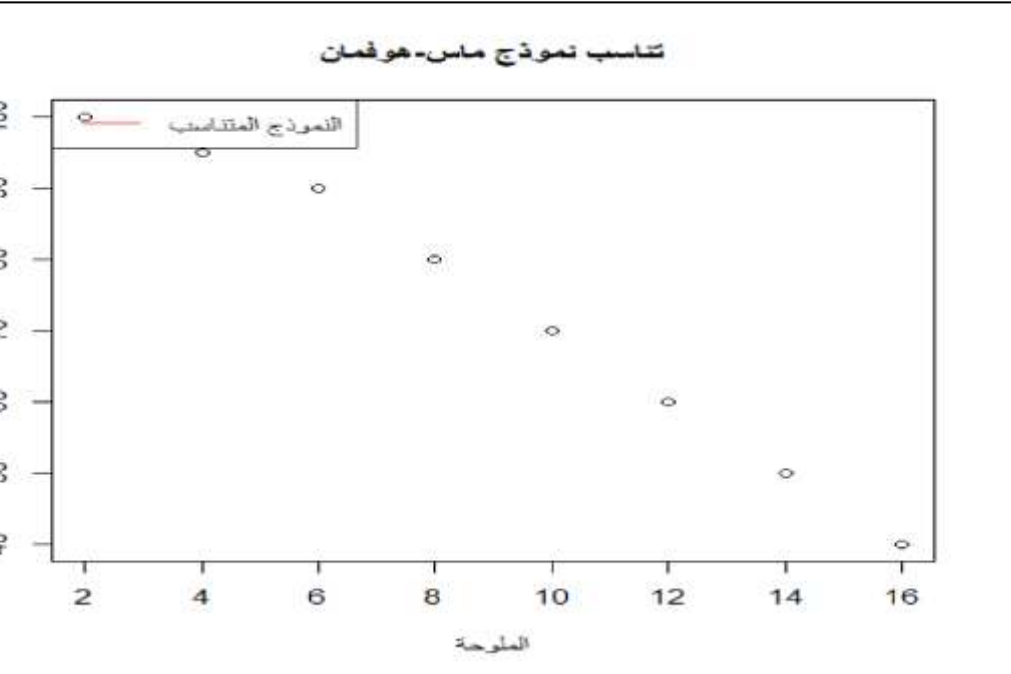
من الموارد المائية، يجب أن تكون معدلات سحب المياه أقل من معدلات تجديد المياه العذبة. تشير "تدفقات المياه العذبة الداخلية المتجددة" إلى الموارد الداخلية المتجددة (تدفقات الأنهار الداخلية والمياه الجوفية الناتجة عن هطول الأمطار) في الدولة وهو ما لا يمكن تحمله في المستقبل المتوسط المدى، ولذلك فإن التدفقات الداخلية المتجددة تعد مؤشرا هاما للأمن المائي أو ندرته. وإذا بدأت معدلات سحب المياه العذبة في تجاوز التدفقات المتجددة، تبدأ الموارد في الانخفاض

من خلال تشجيع على استخدام المياه المالحة في الأنشطة اليومية، يُمكن تحقيق التوازن في استخدام المياه والحفاظ على المياه العذبة للاستخدامات الحيوية مع مراعاة أن هذه الفكرة قد تتطلب تقنيات تحلية المياه أو معالجة مياه البحر، والتي تحتاج إلى تكنولوجيا متقدمة لضمان جودة المياه وسلامتها للاستخدام اليومي. تتضمن هذه الاستخدامات عددا من الأغراض المحددة مثل تنظيف المراحيض وغسل الملابس والأطباق والاستحمام والشرب وإعداد الطعام وسقي الحدائق وفي بعض المنازل للمساح، لذلك من الضروري أن يتم توفير المياه على مدار الساعة بكميات كبيرة وتكاليف أقل لتغطية الطلب المتزايد عليها، وهو ما لا يمكن تحقيقه عمليا في الجزائر في ظل تناقص احتياطي المياه العذبة من جهة وزيادة عدد السكان من جهة أخرى، وأدركنا أنه سيكون من الأفضل ربط البنايات في المدن الساحلية بشبكة توزيع مياه غير عذبة لتغطية بعض الأنشطة السابقة خاصة المراحيض والتي يمكنها العمل على مدار الساعة بطريقة ما من خلال مياه البحر كبديل دائم ومجاني لتحسين مردوديتها الاقتصادية والبيئية.

2.3. الري في الحدائق والمزارع:

يمكن استخدام المياه المالحة في ري الحدائق والمناظر الطبيعية والمزارع، حيث قد لا تكون جودة المياه العذبة ضرورية بشكل كبير، هناك محاصيل يمكن أن تنمو باستخدام مياه البحر وقد أظهرت المزارع التجريبية جدواها. أعلنت الحكومة الهولندية عن تحقيق تقدم كبير في مجال الأمن الغذائي، حيث يبدو أن أنواعا معينة من البطاطس والجزر والبصل الأحمر والملفوف الأبيض والقرنبيط تزدهر إذا تم ريها بالمياه المالحة، الشكل التالي يوضح كيف تستخدم مزرعة (The Salt Farm Texel) الهولندية نموذج ماس-هوفمان لاستجابة المحاصيل للملوحة التربة، ويستخدم النموذج دالة استجابة تبدأ بخط أفقي متصل بشكل أكبر بخط مائل للأسفل. وتسمى نقطة الاتصال أيضًا بالعتبة أو التسامح. حتى العتبة لا يتأثر المحصول بملوحة التربة بينما بعد ذلك يبدأ المحصول في الانخفاض. تم تركيب النموذج على البيانات من خلال الانحدار الخطي الجزئي.

الشكل 3. نموذج ماس-هوفمان يستخدم لتحليل تأثير الملوحة على عائدات إنتاج المحاصيل.



المصدر: إعداد الباحث بناء على نموذج ماس-هوفمان.

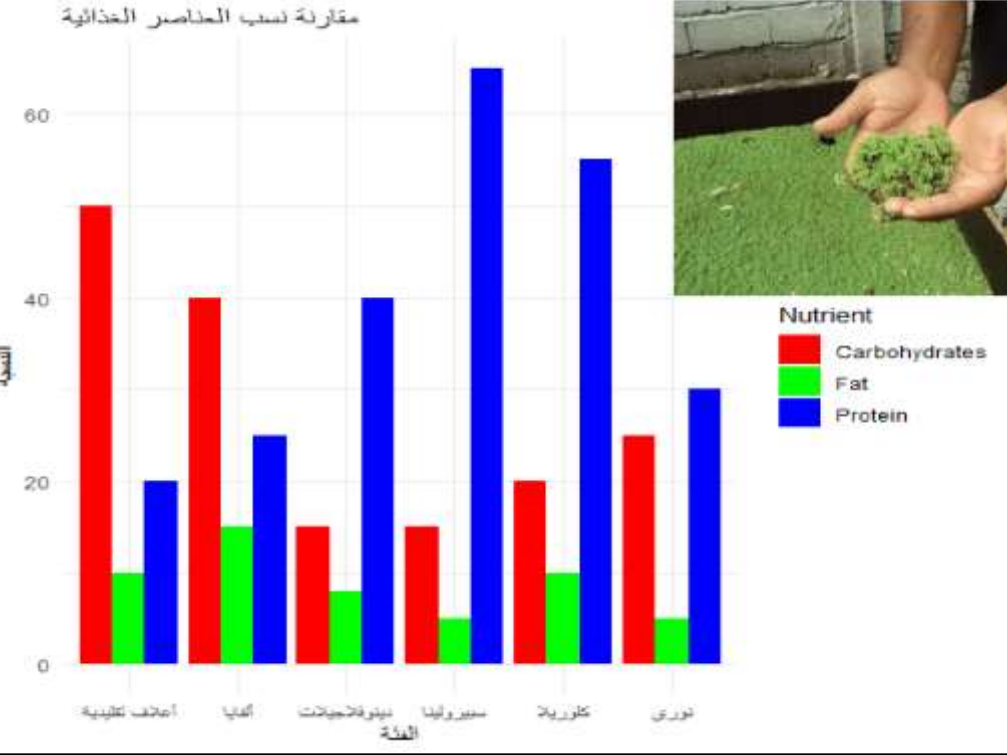
ويمكن أن يقدم الشكل السابق عدة فوائد اقتصادية:

- يمكن للنموذج أن يساعد في تحسين استدامة الزراعة في المناطق المتأثرة بالملوحة. باستخدام النموذج لتحديد مستويات الملوحة التي يمكن أن تؤدي إلى انخفاض في الإنتاج، يمكن للمزارعين تحسين إدارة المياه واختيار المحاصيل بشكل أفضل لتحقيق أقصى قدر من الإنتاج.
- يفهم أثر الملوحة على الإنتاج، يمكن تحسين استخدام المياه في الزراعة. يمكن للنموذج أن يساعد في تحديد الحد الأمثل لتركيز الملوحة حيث يمكن تحقيق أقصى إنتاج باستخدام كميات معقولة من المياه.
- عبر فهم أثر الملوحة، يمكن للنموذج مساعدة المزارعين في اتخاذ قرارات أفضل حول مستويات الملوحة الملائمة واختيار المحاصيل التي تتحمل الملوحة بشكل أفضل. هذا يحسن استخدام الموارد الزراعية ويزيد من فعالية الإنتاج.
- يفهم كيفية تأثير الملوحة على الإنتاج، يمكن للنموذج أن يساعد في تقليل التكاليف المرتبطة بفقد المحاصيل وتقليل الإنتاج. هذا يمكن أن يكون له تأثير اقتصادي إيجابي على متانة الزراعة.

- فهم أثر الملوحة يفتح الباب للبحث والتطوير لتطوير أصناف محاصيل أكثر ملاءمة للظروف المالحة. يمكن أن يساهم ذلك في تحسين الإنتاج بشكل عام وتوفير فرص اقتصادية للقطاع الزراعي.
- يمكن لهذه الفوائد الاقتصادية تحسين كفاءة الإنتاج الزراعي وتعزيز استدامة الزراعة في المناطق التي تعاني من مشكلات الملوحة. على سبيل المثال، هناك بعض الأنواع من الأعشاب البحرية (الطحالب) التي يمكن استخدامها في زراعة السقي بالماء المالح لإنتاج علف للحيوانات لتقليل التكاليف، نذكر بعض الأنواع المعروفة: ● **سبيرولينا (Spirulina)**: هي نوع من الطحالب الزرقاء الخضراء، تحتوي على نسبة عالية من البروتين والفيتامينات، يمكن استخدامها كعلف للأسماك والطيور كالدواجن.
- **كلوريلا (Chlorella)**: هي نوع آخر من الطحالب الخضراء، تحتوي على العديد من المغذيات مثل البروتين والأحماض الأمينية والفيتامينات، يُستخدم محصولها عادة كمصدر للعناصر الغذائية في تغذية الأسماك والماشية.
- **ألفايا (Ulva)**: هي نوع من أنواع الطحالب الخضراء، تُعرف أيضًا باسم "حورية البحر الخضراء"، يمكن استخدامها كعلف للماشية.
- **نوري (Nori)**: هي نوع من الطحالب الحمراء، تُستخدم على نطاق واسع في الطهي الياباني، ولكن يمكن أيضًا استخدامها كعلف للأسماك.
- **دينوفلاجيلات (Dinoflagellates)**: هي مجموعة من الطحالب الواحدة أحادية الخلية، تحتوي على العديد من المركبات الغذائية المهمة، يُمكن استخدامها للأغراض البحرية كمزارع الأسماك. (Sahoo et Seckbach 2015)

الشكل 4. نسب المغذيات الأساسية للأعلاف الطحلبية والعادية

مقارنة نسب العناصر الغذائية



المصدر: إعداد الباحث بناء على عدة دراسات سابقة مقارنة.

استخدام الطحالب كعلف للحيوانات يمكن أن يكون له فوائد اقتصادية وبيئية، فبعض الجوانب يمكن أن تكون لها تأثير إيجابي منها:

- يمكن أن تكون الطحالب مصدرًا رخيصًا للعلف، خاصة إذا تم زراعتها بكفاءة.
- يمكن تقليل تكاليف الإنتاج مقارنةً بالأعلاف التقليدية.
- العديد من أنواع الطحالب غنية بالبروتين، مما يعني توفير مصدر غني بالبروتين للحيوانات.
- يمكن زراعة الطحالب بشكل فعال في بيئات محددة وباستخدام كميات معتدلة من المياه، مما يقلل من احتمال تأثيرها على الموارد الطبيعية.
- الطحالب هي مصدر متجدد وتعتمد على الطاقة الشمسية لعملية التركيب الضوئي، مما يجعلها مستدامة بيئيًا لاسيما في المناطق الجافة.
- في بعض الحالات، يمكن أن تكون زراعة الطحالب أقل استهلاكًا للماء ومساحة الأرض مقارنةً بالزراعة التقليدية.

● يمكن للطحالب أن تمتص ثاني أكسيد الكربون (CO2) أثناء عملية التركيب الضوئي، مما يساهم في تقليل انبعاث الغازات الضارة.

● قد تحتاج الطحالب إلى كميات أقل من المبيدات والأسمدة مقارنةً بالاعلاف الزراعية التقليدية.

مع ذلك، يجب مراعاة الجوانب الاقتصادية والبيئية بعناية، ويفضل إجراء دراسات شاملة لتقييم تأثير زراعة الطحالب على المجتمع والبيئة بشكل كامل.

4. التنفيذ العملي: مستقبل استغلال المياه المالحة في المدن الساحلية الجزائرية: محطات تصفية وتوزيع فعالة

في ظل التحديات المتزايدة المتعلقة بالمياه في المناطق الساحلية الجزائرية، يتطلب استدامة توفير المياه حلاً مبتكراً ومستداماً. يقترح هذا المقال نموذجاً فريداً لاستغلال المياه المالحة بطريقة فعالة في المدن الكثيفة بالسكان.

تتمثل الفكرة الرئيسية في إقامة محطات تصفية لمياه البحر بدلاً من تحلية المياه، ومن ثم توزيع المياه المصفاة عبر شبكة موازية مدروسة في الأحياء السكنية. يهدف هذا النموذج إلى تجنب التكلفة الكبيرة المرتبطة ببنية تحلية المياه الضخمة والتي تتطلب استثمارات هائلة. وذلك من خلال بعض الخطوات العملية:

● تشييد محطات تصفية على سواحل المدن الساحلية لاستخدام تقنيات تصفية متقدمة لتنقية المياه المالحة.

● بدلاً من بنية مركزية، يتم تصميم شبكة موازية لنقل المياه المصفاة تدريجياً إلى الأحياء السكنية.

● اعتماد أنابيب عالية الكفاءة تقلل من فقد المياه وتتحمل ملوحة مياه البحر، وتساهم في تقليل التكلفة الكلية للمشروع.

● استخدام تقنيات المراقبة الذكية لضمان جودة المياه وكفاءة نظام التوزيع.

● تشجيع المشاركة المجتمعية في هيكلة الشبكة وتحديد الأماكن الحيوية لتحسين الاستفادة الشاملة.

تقديم نموذج استغلال المياه المالحة في المدن الجزائرية يعتبر خطوة نحو مستقبل أكثر استدامة وفعالية في إدارة المياه. يُتوقع من هذا النموذج أن يحقق عدة فوائد، أولها هو توفير تكاليف البنية التحتية، حيث يقلل من الحاجة إلى أنظمة تحلية مياه كبيرة، مما يساهم في خفض التكاليف الإجمالية للمشروع. بالإضافة إلى ذلك، يُحسّن النموذج استغلال المياه المالحة بشكل مستدام وصديق للبيئة، حيث يُقلّل من الطاقة المطلوبة لتحلية المياه ويُقلّل التأثير البيئي. كما يُعزّز تحسين إمكانية الوصول للمياه النقية في المناطق السكنية، مما يعزز الصحة العامة ويرفع جودة الحياة.

من الناحية الاجتماعية، يشجع هذا النموذج على المشاركة المجتمعية ويدعم التشغيل المحلي والصيانة، مما يُعزّز التفاعل الإيجابي ويساهم في تحقيق تواصل فعال. كما يُحقّق تحسّناً في جودة الحياة للسكان، ويخلق

فرص عمل محلية. مع إطلاق حملات توعية لتشجيع المشاركة في ترتيب الشبكة المائية، وتدريب عدد من السكان المحليين للعمل في صيانة الشبكة.

يمثل هذا النموذج نهجاً شاملاً وفعالاً للتصدي لتحديات المياه في المدن الجزائرية، مع تحقيق فوائد اقتصادية واجتماعية يمكن أن تسهم في تطوير مجتمعاتنا بشكل أفضل وأكثر استدامة. يمكن أن يكون هذا النموذج نموذجاً ملهماً للاستفادة الأمثل من المياه المالحة في المدن الساحلية. يتيح هذا النهج الابتكاري تحقيق التوازن بين تلبية احتياجات المياه والحفاظ على البيئة، ويقدم إشارة إيجابية نحو الاستدامة في مجال إدارة الموارد المائية.

رغم الفوائد المتوقعة لنموذج استغلال المياه المالحة في المدن الجزائرية، إلا أن هناك تحديات يمكن أن تطرأ وتحتاج إلى التفكير الجاد للتغلب عليها:

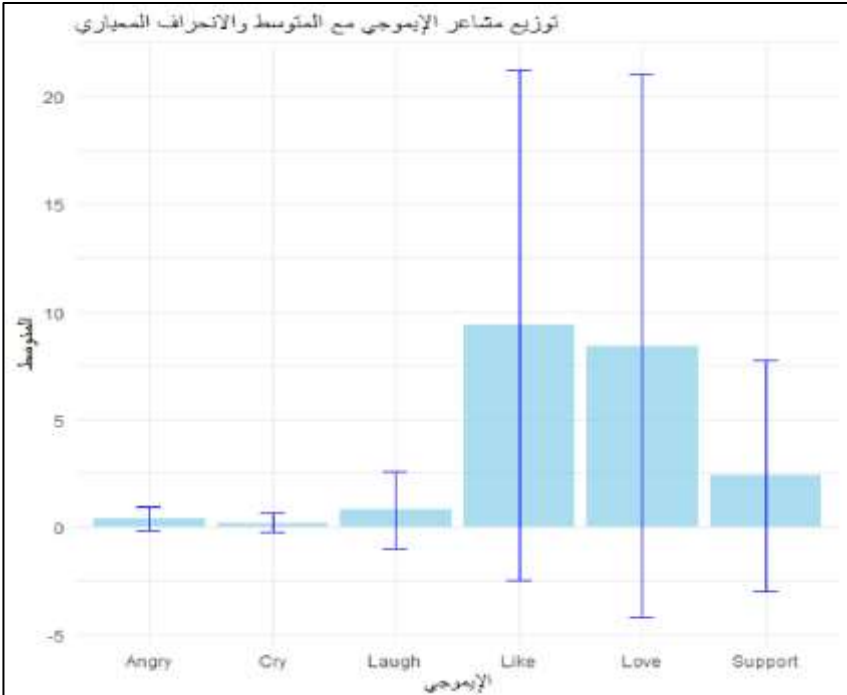
- بناء وصيانة البنية التحتية لنقل وتوزيع المياه المالحة قد تكون باهظة، وهذا يمكن أن يكون تحدياً للتمويل. يمكن التغلب على ذلك من خلال التعاون مع القطاع الخاص، وتبني نماذج تمويل مستدامة.
- قد يكون هناك حاجة إلى جهود إضافية لتوعية المجتمع حول أهمية استغلال المياه المالحة وكيفية استخدامها بكفاءة. يمكن التغلب على ذلك من خلال حملات توعية فعالة وتكاملها في نظام التنظيم.
- يتطلب النموذج النظر في التأثير البيئي لاستخدام المياه المالحة والتأكد من أن العمليات مستدامة. يمكن التحقق من ذلك من خلال تكنولوجيا متقدمة والتزام بمعايير الحماية البيئية.
- يجب توفير مصادر موثوقة للمياه المالحة (غير ملوثة)، وهو تحدي يتطلب تطوير إمكانيات استخراج وتصفية المياه بكفاءة. يمكن حل هذا التحدي من خلال التعاون مع القطاع الخاص والاستثمار في بحث وتطوير التكنولوجيا.
- يتطلب نموذج المياه المالحة تخطيطاً حضرياً فعالاً لتحديد المناطق التي يجب تزويدها بالمياه وتصميم البنية التحتية بشكل استراتيجي. يمكن التغلب على ذلك من خلال إدارة مستدامة وتخطيط على المدى الطويل.
- قد تظهر تحديات في تطوير وتشغيل نظم متكاملة لتصفية وتوزيع المياه. يمكن التخفيف من هذا التحدي من خلال استخدام تقنيات متقدمة وتكامل التكنولوجيا.

من خلال التفكير الاستراتيجي والتخطيط الجيد، يمكن تحقيق نجاح نموذج استغلال المياه المالحة وتحقيق الاستدامة في مجال إدارة الموارد المائية في المدن الجزائرية. والذي يمكن أن يسهم بشكل كبير في تحسين جودة حياة السكان على عدة جوانب:

- من خلال تصفية وتوزيع المياه المالحة، يتم توفير إمدادات مستدامة للمياه، مما يزيد من الوصول إلى مياه نقية ونظيفة للمراحيض وبعض الصناعات. هذا يحسن صحة السكان ويقلل من مخاطر الأمراض المتعلقة بالمياه.
- الحصول على مياه نقية يسهم في تحسين الصحة العامة والسلامة، حيث يتم تجنب مشاكل الصحة المرتبطة بتلوث المياه. يقلل ذلك من انتشار الأمراض المائية ويعزز نمط حياة صحي.

- يُمكن استغلال المياه المالحة من تعزيز النمو الاقتصادي (خفض تكاليف توفير مياه عذبة) من خلال توفير إمدادات مستدامة من المياه للصناعة والزراعة. يُحسِّن ذلك الإنتاجية ويُسهِّم في تحسين معيشة السكان.
 - باستخدام المياه المالحة بشكل فعال، يمكن تخفيف الضغط على المياه العذبة المحدودة. يُعزِّز هذا الاستخدام المستدام والتوزيع الفعَّال للمياه.
 - تقليل الاعتماد على المياه العذبة يُقلِّل من الضغط على المصادر المائية الطبيعية، مما يسهم في الحفاظ على البيئة المائية والحياة البرية.
 - يمكن أن يسهم نموذج استغلال المياه المالحة في تشجيع المشاركة المجتمعية، حيث يشعر السكان بدورهم في الحفاظ على موارد المياه وتحسين نوعية حياتهم.
- في المجمل، يعتبر توفير مياه نقية ومستدامة من المياه المالحة جزءًا حيويًا من تحسين جودة حياة السكان، ويعزز التنمية المستدامة والرفاه العام في المدن الجزائرية.

الشكل 5. تحليل مشاعر الجزائريين في تعليقات وسائل التواصل الاجتماعي حول ضرورة حل أزمة المياه في الجزائر.



المصدر: إعداد الباحث بناء على استجابات الجزائريين في مواقع التواصل الاجتماعي.

يلاحظ من تحليل مشاعر عينة من عشرات الجزائريين في مختلف منصات التواصل الاجتماعي، باختصار أنهم يؤيدون بشدة ضرورة البحث عن حلول غير تقليدية لازمة المياه حيث تعتبر منشورات التواصل الاجتماعي احد المتنفسات الصادقة للتعبير عن الاستياء عندما تعجز معظم المصالح المكلفة بتوزيع المياه من تلبية رغباتهم، بالرغم من جهود الدولة الجزائرية في دعم فاتورة الماء وايصال شبكة المياه لأكثر من 95 بالمائة من المناطق السكنية النظامية والفوضوية، وايضا الجهود الاخيرة لانشاء محطات تحلية للمياه والتي تكلف نفقات وطاقات بشرية وتقنية اي من غير الحكمة اهدارها حتى ان وددت في تدفق المراحيض لاسيما في فصل الصيف كون الجزائر تعاني من الفقر المائي. وعليه فاقترح استخدام الماء المالح لتدقيق المراحيض وفي الزراعة يمكن أن يؤثر إيجاباً على الاستدامة البيئية بعدة طرق:

- يمكن استخدام تقنيات تحلية المياه المالحة لامركزية (أي محطات مصغرة تجارية خاصة في كل حي) لتحويل المياه البحرية إلى مياه صالحة للاستخدام. هذا يساهم في توفير مصدر إضافي للمياه العذبة ويقلل الضغط على مصادر المياه الطبيعية والحكومية.
- باستخدام المياه المالحة في تدقيق المراحيض والري الزراعي (الطحالب مثلا)، يمكن تقليل الطلب على المياه العذبة المحدودة والتي غالباً ما تكون مصادرها محدودة.

● يمكن تحسين تقنيات الزراعة المالحة لزيادة إنتاج المحاصيل في المناطق ذات الأراضي المالحة، مما يساهم في تحقيق الأمان الغذائي.

● بتحويل المياه المالحة إلى مياه صالحة للاستخدام (في أنشطة ما)، يمكن تقليل الضغط على المصادر الطبيعية المحدودة، مثل الأنهار والبحيرات.

● يسهم استخدام المياه المالحة في تحسين استدامة الموارد المائية وتوفير المياه للأجيال الحالية والمستقبلية.

مع ذلك، يجب أن يتم التفكير بعناية في تأثيرات استخدام المياه المالحة على البيئة والصحة العامة، ويجب تنفيذ هذه التقنيات بطريقة مستدامة وفعالة من الناحية التكنولوجية.

الخلاصة:

تدق الجزائر ناقوس الخطر مثل باقي دول العالم، في ظل تزايد التحديات المائية التي تواجه البلدان الجافة، أظهرت دراستنا على ضرورة تقديم اقتراح نموذج مبتكر لتحقيق استدامة الموارد المائية. باستخدام ماء البحر المالح في شبكة توزيع موازية من أجل تدفق المراحلض وإنتاج الطحالب لتغذية الحيوانات (لإنتاج اللحوم والألبان)، يمكن أن يكون هذا الحل مشجعاً وفعالاً لتلبية احتياجات المياه اليومية والزراعة.

في تقييم وضع أزمة المياه في البلدان الجافة، تم التأكيد على التحديات البيئية والاقتصادية، والتي تشكل دافعاً للبحث عن حلا مستداماً. استعرضنا كيف يمكن تحسين إدارة الموارد المائية من خلال استخدام المياه المالحة في الحياة اليومية والزراعة، مع التركيز على الفوائد الاقتصادية والبيئية، على الرغم من الفوائد المحتملة، يجدر بنا أن ندرك التحديات المحتملة التي قد تعوق تنفيذ هذا الحل، مثل التكلفة والبنية التحتية والتحفيز المجتمعي. إن تقديم الحلول لهذه التحديات يتطلب جهوداً تشاركية من الحكومات، والمؤسسات، والمجتمع المدني، في نهاية المطاف، يعد هذا الابتكار في إدارة المياه خطوة نحو تحقيق استدامة الموارد المائية. يجب علينا أن نتحد في تبني الحلول المبتكرة ودعم الأبحاث والتطوير لتحقيق تأثير إيجابي على المستقبل البيئي والاقتصادي للبلدان الجافة. بمواصلة التفكير الإبداعي وتكامل الجهود، يمكننا بناء مستقبل مستدام ومستدام لأجيال قادمة."

الاقتراحات:

يقترح الباحث مجموعة من الاقتراحات العملية لإضافة شبكة توزيع موازية لتوزيع المياه المالحة لتحسين إدارة المياه:

- بإجراء تحليل شامل للاحتياجات المائية للمناطق المستهلكة لتحديد الأماكن التي تحتاج إلى الشبكة الموازية بشكل أكبر (معياري جغرافي مثلاً).
- تحديد المراكز الحيوية ومناطق الحر ذات الكثافة السكانية العالية لتوجيه الجهود في المرحلة الأولى.
- اعتماد تقنيات حديثة في تصفية المياه المالحة وتنقيتها من الشوائب (اسماك و طحالب) لتلبية الاحتياجات المتزايدة بكفاءة.

- استخدم أنظمة ذكية ومتقدمة لرصد توزيع المياه وتحديث الشبكة فيما بعد.
 - تحديد برامج لتشجيع السكان على فرز المياه وإعادة استخدامها في الزراعة أو غيرها من الاستخدامات.
 - نظم حملات توعية للمجتمع حول أهمية استدامة المياه وكيفية الاستفادة من الشبكة الموازية.
 - تعاون مع القطاع الخاص والمؤسسات البحثية لتبني التقنيات الحديثة والتحديث المستمر.
 - وضع تشريعات تشجع على استخدام التقنيات المتقدمة وتوفير حوافز لتحفيز الشركات والأفراد.
 - إنشاء نظام فعالاً لمراقبة وصيانة الشبكة الموازية لضمان فعاليتها وتشغيلها بكفاءة.
 - وضع خطة إستراتيجية للتوسع المستقبلي للشبكة الموازية استناداً إلى التوقعات الديموغرافية والتطورات الاقتصادية.
- توفير إدارة فعالة ومستدامة لموارد المياه يعتمد على استراتيجيات متكاملة تدمج بين إعادة هندسة العمليات والابتكار العملياتي بشكل إبداعي.

– الاحالات والمراجع:

- Costantinos, Costantinos Berhutesfa. *Unleashing Africa's Resilience*. library of congress- Washington: Lulu Publishing Services, 2014.
- D'Atri, Alessandro, Maria Ferrara, Joey F. George, et Paolo Spagnoletti. *Information Technology and Innovation Trends in Organizations: ItAIS: The Italian Association for Information Systems*. Berlin: Physica Verlag a Springer company, 2011.
- Golin, Lucas Lepinski. «Analysis of water consumption in toilets employing Shewhart, EWMA, and Shewhart-EWMA combined control charts,» *Journal of Cleaner Production*, Volume 233,, 2019: Pages 1146-1157,.
- Lush, Greg. *Potential | Lush's Hierarchy of Digital Transformation*. dove canyon-canada: lulu.com publishing, 2019.
- Nagar, Atulya K. *Artificial Intelligence and Environmental Sustainability: Challenges and Solutions in the Era of Industry 4.0*. Singapour: Springer Nature Singapour, 2022.
- Panel, Malabo Montpellier. *Water-Wise: Smart irrigation strategies for Africa*. Washington-USA: Intl Food Policy Res Inst, 2018.
- Register, United States. Division of the Federal. *The Code of Federal Regulations of the United States of America*. Whashington-USA: Division of the Federal Registe, 1996.
- Sahoo, Dinabandhu, et Joseph Seckbach. *The Algae World*. amsterdam: Springer Netherlands, 2015.
- Lucas Lepinski Golin FREITAS, Elisa Henning, Andreza Kalbusch, Andrea Cristina Konrath, Olga Maria Formigoni Carvalho Walter ,Analysis of water consumption in toilets employing Shewhart, EWMA, and Shewhart-EWMA combined control charts ,Journal of Cleaner Production, Volume 233,2019 , Pages 1146-1157.
- [http://ourworldindata.org\(consulté le 5-19r/01/2024 \)](http://ourworldindata.org(consulté le 5-19r/01/2024))