

توظيف التكنولوجيات الحديثة في تحقيق أمن الموارد المائية - عرض تجارب عالمية -

APPLYING MODERN TECHNOLOGIES TO ACHIEVING WATER RESOURCES SECURITY

- SHOW GLOBAL EXPERIENCES -

سعيدة حركات*

جامعة أم البواقي - الجزائر

Har.saida@yahoo.com

تاريخ النشر: 2020/12/31

سارة بن غيدة

جامعة أم البواقي - الجزائر

Sara.benghida28@gmail.com

تاريخ القبول: 2020/11/29

تاريخ الإستلام: 2020/11/08

ملخص:

الماء عنصر حيوي وأساسي للحياة، فهو أساس التنمية الاقتصادية بشتى أنواعها، ومن أهم أولويات كافة الدول وهو ما نلاحظه من خلال سعي هذه الأخيرة إلى توظيف تقنيات حديثة للحفاظ عليه، وتنميته وترشيد استخدامه لتحقيق ما يسمى بالأمن المائي، فندرة المياه وغياب ثقافة ترشيدها من العوامل التي تهدد أمنها بصفة أو بأخرى. لذا فالهدف من هذه الورقة البحثية هو إبراز دور التكنولوجيات الحديثة في استدامة الأمن المائي، إذ استعرضت الدراسة أسباب ندرة الموارد المائية، ثم عموميات حول الأمن المائي، وأخيرا أبرزت الدراسة أهم مظاهر التكنولوجيا الحديثة في إرساء وتعزيز الأمن المائي من خلال عرض لبعض التجارب العالمية الناجحة في هذا المجال. الكلمات المفتاحية: موارد مائية؛ ندرة موارد مائية؛ أمن مائي؛ تكنولوجيا حديثة؛ تجارب عالمية. تصنيف JEL: Q25، O30.

Abstract:

Water is a vital and essential component of life, as it is the basis of economic development of all kinds, and one of the most important priorities of all countries, which is what we observe through the endeavor of the latter to employ modern technologies to preserve, develop and rationalize its use to achieve what is called water security, the scarcity of water and the absence of a culture of rationalization of it. That threatens its security in one way or another.

So the aim of this research paper is to highlight the role of modern technologies in the sustainability of water security, as the study reviewed the reasons for the scarcity of water resources, then generalities about water security, and finally the study highlighted the most important aspects of modern technology in establishing and enhancing water security through a presentation of some successful global experiences in this field.

Keywords: water resources; water resources scarcity ; water security; modern technology; global experiences.

Jel Classification Codes: Q25, O30.

* المؤلف المراسل.

1. مقدمة:

يعتبر الماء من العناصر الأساسية لحياة الانسان، لقول الله سبحانه وتعالى: " ... وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون" الآية 30 من سورة الأنبياء، إذ يمثل نقصه مشكلة كبيرة ومؤثرة لكثير من البلدان، قد تصل إلى حد الجفاف، وهو ما أدى بالباحثين في هذا المجال إلى القيام بأبحاث وتجارب للحد من هذه الكارثة، والوصول إلى إرساء وتعزيز الأمن المائي نظرا لما له من أهمية بالغة.

إذ اتجهت أنظار بعض الدول نحو التقنيات الحديثة ومختلف الوسائل التكنولوجية المتطورة، من خلال ابتكار أجهزة ومعدات للتحكم في الطقس، ومعالجة مياه الصرف الصحي بأحدث التقنيات، وغيرها من الأساليب التي اتبعتها هاته الدول لمواجهة خطر الشح المائي، والوصول إلى تعزيز الأمن المائي واستدامته.

✓ الإشكالية: جاءت دراستنا هذه بغية الإجابة على التساؤل الرئيسي التالي:

كيف يساهم توظيف التكنولوجيات الحديثة في تعزيز وإرساء أمن الموارد المائية؟

ولتسهيل حل هذه الإشكالية تم تقسيم هذا التساؤل الرئيسي إلى عدة تساؤلات فرعية:

- فيما تتمثل أسباب ندرة الموارد المائية؟
- ما هي طرق معالجة ندرة الموارد المائية؟
- ماذا نقصد بأمن الموارد المائية أو الأمن المائي؟
- فيما تتمثل تطبيقات التكنولوجيات الحديثة في تحقيق الأمن المائي؟

✓ أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في أن موضوع المياه والمحافظة عليها من أهم القضايا المطروحة دوليا ومحليا، وأنها أساس التنمية المستدامة، إلا أنها تعرف ندرة حادة، تهدد تحقيق الأمن المائي، ومن خلال هذه الورقة البحثية نتطرق إلى أهمية التكنولوجيات الحديثة في إرساء وتعزيز هذا الأخير، أي الأمن المائي.

2. أسباب ندرة الموارد المائية:

تواجه الموارد المائية العديد من التحديات، على رأسها النمو السكاني والذي ينتج عنه زيادة الطلب على المياه بالإضافة إلى تأثير ظاهرة التغيرات المناخية التي قد تؤدي إلى الجفاف، كل هذه الأسباب وأخرى تؤدي إلى ندرة الموارد المائية نورد أهمها فيما يلي:

1.2. زيادة الطلب على المياه:

من أهم الأسباب التي تؤدي إلى شح المياه النمو السكاني السريع والتنمية الاقتصادية والتغير المجتمعي، فهذه العوامل مجتمعة تمارس ضغطا متزايدا على المياه والموارد الطبيعية الأخرى، إذ أدى تضاعف عدد سكان العالم ثلاث مرات في القرن العشرين، إلى زيادة استهلاك المياه بمقدار ستة مرات. وفي كثير من البلدان أو المناطق، يتجاوز الطلب العرض بحيث يتم توزيع كافة موارد المياه العذبة المتجددة مما يؤدي إلى شح مائي، وهذا ما يحدث تحديدا في الدول العربية التي يعاني مواطنوها من أدنى حصص الفرد في المياه العذبة المتجددة على مستوى العالم.

2.2. تزايد الترابط بين النظم المائية وتعقيدها:

فارتفع مستوى الشك والتغيير في وجود المياه والطلب عليها والمرتبطين بالهيكليات المجتمعية والسياسية المعقدة التي نمت حول المياه، أدّى إلى نظم معقدة ذات خصائص جديدة لا يمكن التنبؤ بها، إذ يعد هذا التعقيد دافع مهم للمزيد من الحوار والتفاوض بين مستخدمي المياه، وذلك لأنه يحد من فعالية نماذج القيادة والتحكم من أعلى إلى أسفل. وهناك تعقيد إضافي أيضا يتعلق بالملكية، فيقصد بملكية مورد مائي أو بنية تحتية للتزويد المائي " الحق في ممارسة بعض السلطة أو السيطرة على ذلك المورد أو تلك البنية، ومن القضايا المركزية التي غالبا ما تحتاج إلى توضيح في ضوء تغيير أنماط العرض والطلب كيفية تعريف حقوق الملكية وهوية المستفيدين من هذه الحقوق وطريقة تطبيقها.

3.2. تأثير ظاهرة التغيرات المناخية:

تؤثر التغيرات المناخية بشكل أساسي على الموارد المائية من خلال تكرار وقوع أحداث كارثية مثل الفيضانات وموجات الجفاف) وحدوث تغيرات زمانية ومكانية في أنماط هطول الأمطار، كل هذه التأثيرات تؤدي إلى تفاقم الخطر وتهدد سبل عيش ملايين الأفراد وصحتهم وأمنهم، ومما لا شك فيه أن المناطق الجافة عموما سوف تصبح أكثر جفافا والمناطق الرطبة تكون أكثر رطوبة، مما ينعكس على أنماط معدلات توافر الموارد المائية، كما سيكون هناك زيادة في عدم القدرة على التنبؤ بتوافر الموارد المائية.

4.2. ضرورة الانصاف في تزويد الخدمات والموارد المائية:

على الرغم من أن المياه تعد عامل حاسم في النمو الاقتصادي والرفاهية الاجتماعية، إلا أنه قليلا ما يتم إدراك العلاقة بين تخفيض الفقر والوصول إلى المياه المأمونة في السياق الاجتماعي والاقتصادي والمؤسسي رغم أهميتها المتزايدة وبالنسبة للأشخاص القادرين على الدفع (شراء المياه) أو المنتمين إلى نخب اجتماعية لا يوجد بها شح في المياه، حتى عندما تكون الموارد المائية محدودة للغاية وذلك لقدرتهم على شراء احتياجاتهم رغم الشح العام للمياه، أما من سيعاني فهم الفقراء ومهمشو المجتمع الذين يفتقرون إلى القدرة على الوصول الفعال إلى المياه. (لطفي، 2012، الصفحات 8-9)

5.2. ضعف الوعي على مستوى الفرد والمجتمع بقضايا المياه:

يبقى الانسان هو الأساس في أية تنمية بشرية، فهو المستفيد والمستخدم الأول للمياه وفي نفس الوقت هو المسرف في استخدامها والمتسبب في تلوثها، وهو أيضا المنوط به أن يحقق حياة كريمة للأجيال القادمة من خلال المحافظة على حقوقهم المائية وبالتالي لا بد أن يتم تنشئة الانسان على أن ينظر إلى الماء من منظور بيئي متكامل، باعتباره أحد المكونات الرئيسية للنظام الإيكولوجي وهو مورد قابل للنضوب وأي خلل في استخدامه ستنشأ عنه مشاكل كبيرة تسيئ للبيئة وأيضا لمستقبل التنمية بصفة عامة.

6.2. ضعف القدرات المؤسسية والبشرية في قطاع المياه:

يتطلب تحقيق الإدارة السليمة للموارد المائية توفير الكوادر الفنية المؤهلة والبنية المؤسسية والتشريعية المناسبة غير أن بعض الدول، وخاصة العربية، لا تتوفر لديها تلك الكوادر والبنى التي تسمح لها بذلك، مما أدى إلى تفاقم الأزمة المائية نظرا لعجز المؤسسات الوطنية عن المتابعة الجادة لتطور الأوضاع المائية فيها من أعمال رصد ومراقبة للمياه فضلا عن وضع السياسات المناسبة، مما أدى إلى ظهور أزمات مائية خانقة. (المجلس الوزاري العربي للمياه، 2010، الصفحات 150-152)

2.7. إنجاز مشاريع كبيرة (سدود) على الأنهار والأودية:

بغية توسيع الأراضي الزراعية والقيام بعمليات الاستصلاح الفلاحي، إذ تتطلب هذه العملية كميات كبيرة من المياه ومن الطاقة (مثلا في مصر، سوريا، تركيا والجزائر) كما تهدف العملية إلى خلق مناصب شغل والقضاء على النزوح الريفي وتثبيت سكان الأرياف الذين زاحموا المدينة.

8.2. الإفراط في الاستثمار:

إن الإفراط في الاستثمار الصناعي قلص من المخزون المائي، وبالتالي كان سببا في تناقص المياه الجوفية ومياه الأنهار وأدى ذلك إلى إحداث نوع من الخلل البيئي نتيجة التلوث الناجم عن المصانع والنفايات وتناقص حجم التصريف المائي في الأنهار بسبب إقامة السدود عليها. (ديدوح، 2017، صفحة 8)

3. الأمن المائي:

إن موضوع الأمن المائي له أهمية بالغة، وهو ما نلاحظه من خلال سعي كافة الدول إلى تحقيق اكتفاءها الذاتي من الموارد المائية، خاصة في ظل ما تعرفه هذه الأخيرة من ندرة كبيرة، وفيما يلي نتناول تعريفا لهذا المصطلح أي الأمن المائي، ثم أسسه، بعدها سبل تعزيزه.

1.3. تعريف الأمن المائي:

يقصد بالأمن المائي: "حماية الموارد المائية المتاحة لأي دولة من التهديدات الخارجية، وضمان استمرار هذه الموارد وحرية استخدامها وفق الأولويات والمتطلبات الوطنية، يضاف إلى ذلك القدرة على تطوير هذه المصادر المائية بما يلاءم الاحتياجات المتجددة للمياه في المستقبل". (الحبيري، 2017، صفحة 166)

وتتضمن رؤية بعض الخبراء أن مفهوم الأمن المائي يلزم أن يكون وفق مؤشرات الميزان المائي (Water Balance) الذي يُقصد به عملية الموازنة بين إجمالي حجم الموارد المائية التقليدية وغير التقليدية (المعروض من المياه) في فترة زمنية معينة وبين إجمالي حجم الاحتياجات المائية اللازمة لسد مختلف الاحتياجات (الطلب على المياه) خلال الفترة الزمنية نفسها؛ بعبارة أخرى: "تعيين كميات المياه الداخلة والخارجة لأي نظام مائي". ويأتي الميزان المائي في ثلاث حالات؛ هي: (الفراء، 2015)

✓ حالة التوازن المائي (Water Balance): حين يتلاءم الطلب على المياه مع حجم المعروض منها؛

✓ حالة الوفرة المائية (Water Surplus): حينما يكون حجم الموارد المائية أكبر من حجم الاحتياجات؛

✓ حالة العجز المائي (Water Deficit): حينما يكون حجم الموارد أقل من الحجم المطلوب للوفاء بالاحتياجات اللازمة.

وهناك من يعرفه على أنه: "المحافظة على الموارد المائية المتوافرة واستخدامها بالشكل الأفضل وعدم تلويثها، وترشيد استخدامها في الشرب والري والصناعة والسعي بكل الوسائل للبحث عن مصادر مائية جديدة وتطويرها ورفع طاقاتها استثمارها لتأمين التوازن بين الموارد المائية المتاحة والطلب عليها". (الأشرم، 2008، صفحة 255)

كذلك يمكن تعريفه بأنه: "يربط بين متغيرين وهما الأمن والماء، أي أنه بوجود الماء ووفرته فإن هناك استجابة للأمن والاستقرار، وبانعدامه وقلته فإن الأمن بصورة عامة يصبح مهددا على كل الأصعدة". (ديدوح، 2017، صفحة 26)

بالتالي فالأمن المائي هو إمكانية الحصول على الكميات الكافية من المياه النظيفة والصالحة لتلبية مختلف الاحتياجات الأساسية، بتكاليف يستطيع الفرد تحملها، للعيش في حياة صحية ونظيفة، وأمنة ضد مختلف المخاطر والتهديدات المرتبطة بالمياه.

2.3. أسس الأمن المائي:

يرتكز مفهوم الأمن المائي على عدد من الأسس نذكر منها: (الحبيطري، 2017، صفحة 166)

- ✓ اعتبار المياه سلعة اقتصادية أي أنها ليست سلعة مجانية وبالتالي هدر المياه أو عدم ترشيد استخدامها سيؤدي إلى إلحاق أضرار بالبيئة؛
- ✓ المياه إحدى المتطلبات الأساسية للتنمية إذ أنه من دون المياه لا يمكن القيام بعمليات التنمية في القطاعات الاقتصادية المختلفة؛
- ✓ إن التنافس على مصادر المياه بين الدول يجعل من هذه السلعة الحيوية ذريعة حرب في بعض الأحيان وقد تتخذها بعض البلدان تبريرا لشن حروب ضد جيرانها للاستيلاء على مياههم أو للحصول على حصة كافية من الموارد المائية المتاحة في المنطقة.

3.3. سبل تعزيز الأمن المائي: هناك العديد من النقاط يتحقق من خلالها الأمن المائي منها:

- ✓ ضرورة ترشيد الموارد المائية، من خلال استخدام أجهزة الترشيح الحديثة في المنازل والمرافق العامة؛
- ✓ وجوب تنمية الموارد المتاحة عن طريق إنجاز المشاريع والاستثمارات؛
- ✓ ضرورة التعاون العربي المشترك حول قضية الموارد المائية؛
- ✓ دعوة المجتمع الدولي للتوصل إلى اتفاقيات وحلول سليمة حول الموارد المائية؛ (ديدوح، 2017، صفحة 27)
- ✓ تطوير مشاريع الري الموجودة وإنشاء مشاريع جديدة مثل مشاريع تحلية المياه للأغراض الزراعية ومعالجة مياه الصرف الصحي واستخدامها في سقي المحاصيل والغابات والحدائق المنزلية؛
- ✓ إنشاء السدود والخزانات واستخدام حصاد المياه في مناطق التساقط المطري والتزام وزارة الموارد المائية بتنظيف الأنهار بصورة مستمرة من النباتات الطبيعية كالقصب وزهرة النيل؛
- ✓ استخدام تقنيات الري الحديثة (الري بالرش بأنواعه، والري بالتنقيط والهيدروفيكس) من قبل الفلاحين وترك الطرق التقليدية في السقي؛
- ✓ القيام بحملات إرشادية من أجل نشر الوعي المائي سواء على مستوى الشبكة الإروائية أو على مستوى الحقل وإقامة الحقول الإيضاحية والمشاهدات الحقلية وأيام الحقل في حقول الفلاحين والمزارعين؛
- ✓ إرشاد الفلاحين بأهمية الفحوص المختبرية للمياه والتربة المستخدمة وأهمية استخدام الطاقة البديلة في استخراج مياه الآبار والمياه الجوفية؛
- ✓ استخدام طرق بديلة في معالجة المياه وإعادة استخدام المياه الثقيلة مرة أخرى للأغراض الزراعية بعد معالجتها؛ (الخشاب وآخرون، 2019، صفحة 2)

4. تطبيقات التكنولوجيا الحديثة في تعزيز الأمن المائي

الموارد المائية تحظى بأهمية كبيرة، وذلك لاعتبارها أساس حياة كل الكائنات، بالتالي فندرتها مشكلة كبيرة تؤثر كاهل كافة الدول المعنية بذلك، وهو ما أدى بالباحثين في هذا المجال إلى القيام بأبحاث وتجارب، والوصول إلى تقنيات وتكنولوجيات حديثة، للحد من هذه المعضلة، والوصول إلى إرساء وتعزيز الأمن المائي، ومن بين التجارب ما يلي:

1.4. تكنولوجيا التحكم في الطقس في الصين:

تستخدم الصين تكنولوجيا تعديل الطقس (بما في ذلك تلقيح السحب) من أجل الحث على هطول الأمطار خلال فترات الجفاف وللمحد من البرد، وكذلك ميزة التحكم في الطقس قبيل أحداث دولية مرموقة، مثل دورة الألعاب الأولمبية التي أقيمت في بكين عام 2008، وهناك تقرير نشر بداية العام الماضي يوضح الهدف الرئيسي للصين من استخدام تقنيات التحكم بالطقس من أجل تحقيق نسب إضافية مرتفعة في معدل هطول الأمطار بحلول عام 2020.

إذ تعد مقاطعة شنغهاي، من أكبر المقاطعات وأكثرها جفافا في المنطقة الغربية للصين الوسطى، ويوجد فيها العديد من الأنهار، كنهر يانتسي وهوان هي وميكونغ، لذلك خصصت الصين مبلغا وقدره 30 مليون دولار لإنفاقه على برنامجها المخصص للتحكم بالطقس وذلك كجزء من الجهود المبذولة لمكافحة الجفاف والحد من آثار الكوارث الطبيعية.

ويذكر أن فريقا من علماء ولاية نيفادا كان قد استخدم طائرة بدون طيار من أجل السيطرة على الطقس، هذا ويقول مهندسو خبراء الأرصاد الجوية بأنهم قاموا بإنشاء أول منصة من الغيوم الاصطناعية التي يمكن أن تزيد من معدل هطول الأمطار بنسبة 15%، وتوجد حاليا اتفاقية قائمة بين مهندسي الطائرات بدون طيار والعلماء من معهد بحوث الصحراء وفريق AviSight إضافة إلى الفريق الأمريكي من الطائرات بدون طيار، من أجل بناء طائرة بدون طيار تحمل على متنها معدات لتخصيب السحب.

وقام الباحثون بإجراء اختبارات ناجحة على الطائرة بدون طيار DAX8 في أواخر شهر جانفي 2016، إذ أوضح الخبراء أن هذه الطائرة المطورة قادرة على التحليق شمال ولاية نيفادا بغاية التحقق من أن الولايات المتحدة قادرة على التعامل مع الظروف المناخية المختلفة.

وكشفت ولاية أريزونا في العام الماضي عن خطط لإنشاء غيوم ينهمر منها مطر اصطناعي من خلال تحليق الطائرات فوق جبال روكي ونشر يوديد الفضة في السماء (وهو مركب يستخدم في الاستمطار ذو بنية بلورية مشابهة لبلورات الجليد) حيث يتكاثف بخار الماء في طبقات الجو العليا حول النوى المتبلورة ليوديد الفضة، ومع ازدياد البخار المتكثف لا يلبث أن يتحول لقطرات من المطر أو الثلج لتسقط للأسفل بفعل الجاذبية.

ويأمل الباحثون بأن تسمح هذه التكنولوجيا في تخفيف بعض من أسوأ آثار تغير المناخ، كما يذكر أن اقتراح تلقيح السحب ظهر لأول مرة عام 1940 في مختبرات جنرال إلكتريك في نيويورك. (علي ، 2016)

2.4. استخدام التكنولوجيا في معالجة مياه الصرف الصحي في كل من بلجيكا والهند:

تمكن فريق من العلماء من جامعة بلجيكية من اختراع آلة تحول مياه الصرف الصحي إلى مياه نقية للشرب وسماد باستخدام الطاقة الشمسية، وهي تكنولوجيا يمكن تطبيقها في المناطق الريفية والدول النامية، إذ يعد أكثر ترشيدا لاستخدام الطاقة ويمكن تطبيقه في مناطق غير متصلة بشبكات الكهرباء. (علي ، 2016)

طريقة أخرى لمعالجة مياه الصرف الصحي وهي: التكنولوجيا الحيوية أو ما يعرف بالبيوتكنولوجيا Biotechnology والتي تعرف على أنها: "العلم الذي يتناول طرق استعمال النظم الحيوية (كائنات حيا أو أجزاء منه) لإنتاج منتج مفيد أو خدمة مفيدة"، إذ تقدم هذه الأخيرة وسيلة هامة للمزارعين في البلدان النامية لمواجهة ندرة المياه، عن طريق إعادة تدوير المياه المستعملة ومعالجتها قبل استخدامها ثانية في المجال الزراعي.

فهناك العديد من تطبيقات التكنولوجيا الحيوية التي يمكنها أن تؤدي دورا مفيدا في معالجة مياه الصرف الصحي منها استخدام النباتات والميكروبات، ومن الممكن أن تساهم التكنولوجيا الحيوية في تحسين معالجة المياه وإنتاج العوامل البيولوجية

للكشف عن المعادن الثقيلة، ومبيدات الأعشاب وغيرها من الملوثات المتواجدة في المياه المستعملة، كما يمكنها تطوير مرشحات بيولوجية (Biofilters) لإزالة الملوثات، مثل المعادن الثقيلة من الماء، وعلى سبيل المثال، فقد تم إنتاج مرشحات بيولوجية عن طريق تطوير استخدام مواد جافة من السراخس المائية العائمة المعروفة بقدرتها على امتصاص المعادن الثقيلة مثل نبات الأزولا Azolla، ومازالت البحوث جارية في مجال استخدام البكتيريا الزرقاء المعروفة أيضا بقدرتها على امتصاص المعادن الثقيلة كمرشحات حيوية.

ولقد نجح العلماء الهنود في تطوير سلالات من الطحالب تعمل على إزالة المعادن الثقيلة والنيتروجين والفوسفور من مياه الصرف لجعلها آمنة لإعادة الاستخدام في الزراعة، كما نجح الباحثون في جنوب شرق نيجيريا في تطوير طريقة بسيطة للمعالجة الحيوية لمياه الصرف الصحي، بحيث توفر وسيلة مناسبة لشرب المواشي، كما طور الباحثون في ولاية اندرا براديش في الهند طريقة لتنقية مياه الأمطار لأغراض الاستخدام المنزلي عن طريق سحق البذور من أشجار "المورينجا" Moringa وبذور أشجار Strychnos potatorum وتوصلوا لنتائج إيجابية في هذا المجال.

ومن الممكن أن توفر التكنولوجيا الحيوية حلولاً منخفضة التكاليف كميات كبيرة من الطاقة، وتوليد الغاز الحيوي (التي يمكن استخدامها على سبيل المثال لأغراض التدفئة أو الطبخ)، ويمكن أن تنتج الحمأة التي تستخدم لإعادة التطعيم أو الأسمدة والمياه المعالجة التي يمكن استخدامها في ري المحاصيل الزراعية، وقد تحققت العديد من النجاحات في هولندا وألمانيا وروسيا بعد اتخاذ النظم الحيوية كوسيلة لمعالجة المياه مما أدى إلى خفض استخدام المياه بنسبة 50 %، وقد وصل خفض استخدام المياه في بعض الحالات كما في ألمانيا إلى نسبة 92 %، وجاء الوقت لاستفادة العديد من البلدان النامية من هذه التكنولوجيات الحيوية لمجابهة تحدي ندرة المياه.

وفي الوقت نفسه يحذر الخبراء من أنه إذا لم يتم علاج مياه الصرف الصحي على النحو الصحيح، يمكن أن يكون مهددا لصحة الإنسان وسلامة بيئته، حيث مازالت تشكل سلامة المياه عن طريق المعالجة الميكروبية مصدر قلق كبير، ويدعوا الخبراء لإجراء المزيد من البحوث على بيولوجيا المياه العادمة واختيار تقنيات المعالجة المناسبة التي يمكن أن تقدمها أدوات التكنولوجيا الحيوية للقضاء على العناصر الضارة وعلى مسببات الأمراض التي قد تحتويها، ولكن من المؤكد أن التكنولوجيا الحيوية سوف تلعب دورا هاما وفعالاً للغاية في إدارة الموارد المائية حول العالم بشكل عام، وفي معالجة مياه الصرف الصحي على وجه الخصوص وتحمل التكنولوجيا الحيوية مستقبلا واعدة للغاية بالنسبة لإدارة موارد المياه الزراعية وتحسين كفاءة استخدامها. (قابيل، 2016)

3.4. استخدام الميكوريزا Mycorrhiza لمساعدة النبات للتغلب على ندرة المياه في الهند:

إن إحدى أهم طرق التكنولوجيا الحيوية الفعالة التي يمكن تطبيقها لتحسين كفاءة استخدام المياه في الزراعة هي استخدام الكائنات المعروفة بالميكوريزا Mycorrhiza لمساعدة النبات للتغلب على ندرة المياه، ويمكن استخدام هذه الميكروبات كسماد حيوي (Biofertilizer) بهدف زيادة النمو وتحسين قدرة النبات على امتصاص الماء، وربما يكون استخدام الجراثيم لتحسين استهلاك النبات للماء من أكثر المواضيع إثارة، وهو يظهر الإمكانيات التي توفرها علوم التكنولوجيا الحيوية وعلوم الميكروبيولوجي للحد من آثار الجفاف على النبات، ولكن هناك العديد من التحديات التقنية التي تعيق استخدام هذه الميكروبات كسمادات طبيعية في بعض البلدان النامية.

وأظهرت نتائج التجارب التي أجريت على مدى عدة سنوات في الهند أن استخدام الأسمدة الميكروبية يؤدي إلى انخفاض استهلاك السماد العضوي وخفض كمية المياه اللازمة للري وتقليل الإصابة بالأمراض والآفات وتحسين إنتاجية وجودة

المحاصيل، وتحسين قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، كما أثبتت البحوث أن نقطة كفاءة امتصاص المياه في النباتات يمكن أن تتعزز في ظل وجود غيرها من الكائنات الحية الدقيقة، فعلى سبيل المثال، فإن تطبيق استخدام الميكوريزا يمكن أن يساعد في زيادة كفاءة استخدام المياه خصوصا عند تطبيقه مع استخدام غيرها من الكائنات المفيدة مثل البكتيرية العقدية *Rhizobium* عندما تقترن بتعزيز النمو عن طريق استخدام مصادر رخيصة الثمن من مصادر مثل الفوسفور والفوسفات الصخري، ويجب على العلماء اتباع نهج بسيط منخفض التكلفة يسهل اعتماد المزارعين في البلدان النامية على استخدام الميكروبات كسماد عضوي عن طريق تلقيح المحاصيل بسلالات ميكروبية من الفطريات والبكتيريا التي يتم إنتاجها تجاريا باعتبارها من عوامل مكافحة البيولوجية، والتي يمكنها أن توفر زيادة كبيرة في قدرة جذور العديد من النباتات وزيادة كفاءتها في امتصاص الماء والعناصر الغذائية الأخرى. (قابيل، 2016)

وتعتبر الهيدرولوجيا النظرية أحد الأساليب العلمية الرئيسية التي يستخدمها الخبراء في الكويت لتعقب أثر حركة المياه العذبة ولتقييم عمر المياه الجوفية المتاحة، ويعتمد ذلك الأسلوب على ما تنقله المياه "الموسومة" طبيعيا من مختلف النظائر، التي يمكن استخدامها لتحديد مصادر المياه فوق سطح الأرض وتحت، وعمر هذه المياه وحركتها وتفاعلاتها. ويستطيع الخبراء بفضل البيانات التي يحصلون عليها ويصورونها كخرائط هيدرولوجية اتخاذ قرارات قائمة على الأدلة بشأن إدارة الموارد المستدامة.

وتعتبر نسبة استخدام المياه في الكويت أعلى نسبة في العالم، إذ أن حجم استهلاك الفرد الواحد يفوق 400 لتر في اليوم، ويبلغ معدل سحب المياه الجوفية 255 مليون متر مكعب في السنة، وفي المقابل، فإن التدفق الطبيعي للمياه الجوفية من مستودعات المياه الجوفية من البلدان المجاورة يقدر بنحو 67 مليون متر مكعب في السنة، وبوجود موارد محدودة من المياه العذبة، فإن الكويت تعتمد إلى حد كبير على تحلية مياه البحر، وهي عملية باهظة الثمن. (الوكالة الدولية للطاقة الذرية ، 2018)

4.4. ابتكار «أوباكيتين» (Opabactin) في كاليفورنيا:

وهو ابتكار خرج من جامعة كاليفورنيا حديثا، إذ يتمثل في ابتكار مادة كيميائية، يمكن وصف وظيفتها بأنها تقوم بمساعدة النبات في القبض على المياه والاحتفاظ بها، بما يمكن أن يساعد في وقف موجة الخسائر السنوية الهائلة للمحاصيل، بسبب تداعيات الجفاف.

وتحاكي هذه المادة حمض الأبسيسيك، أو ABA، وهو الهرمون الطبيعي الذي تنتجه النباتات استجابة لضغط الجفاف، حيث يبطل هذا الهرمون من نمو النبات، لذلك لا يستهلك ماء أكثر مما هو متاح وبالتالي لا يذبل. حيث وجد العلماء منذ فترة طويلة أن استخدام مادة تحاكي الحمض لرش النباتات يمكن أن يحسن من تحمل الجفاف، ولكنه خيار مكلف وقد لا يكون متاحا لمعظم المزارعين، وهو ما دعا الباحثين لابتكار خيار أقل تكلفة وهو (Opabactin).

ترتبط المادة التي تحاكي الحمض بجزيء مستقبلات هرمون الأبسيسيك في خلية نباتية، بما يشكل رابطتين محكمتين، مثل الأيدي التي تمسك بالمقابض، وبالبحث في ملايين الجزيئات المختلفة التي تحاكي الهرمونات. (بدر، 2019)

5.4. استخدام كرات الظل لمنع تبخر مياه الشرب في أمريكا:

"كرات الظل" كما يطلق عليها هي فعالة وقليلة التكلفة، فيما لم تتجاوز قيمة المشروع بأكمله مبلغ 35 مليون دولار أميركي، علما بأن تغطية الخزان باستخدام الوسائل التقليدية كان قد يكلف الوزارة 300 مليون دولار أميركي.

مدة صلاحية هذه الكريات البلاستيكية تمتد لحوالي 10 سنوات، بعدها يتم إعادة تدويرها واستخدامها مجدداً، إذ بدأ استخدام تقنية "كرات الظل" في عام 2008 في لوس أنجلوس لتغطية خزان إيفانو بـ400 ألف كرة سوداء، بعدما اكتشفت وزارة المياه مستويات عالية من البرومات، وهي مادة مسرطنة تتشكل عندما تتفاعل مادة البروميد والكلور مع أشعة الشمس في مياه الخزان، والبروميد موجود بشكل طبيعي في المياه الجوفية، فيما يستخدم الكلور لقتل البكتيريا، ولكن ضوء الشمس هو العنصر الذي يهدد هذا المزيج.

عندما أدركت إدارة حماية المياه خطورة المشكلة، بدأت ببناء خزان جوفي جديد في جريفيث بارك، على أن يتم إيجاد حل سريع لمنع وصول أشعة الشمس إلى المياه، كانت الحلول الأولية التي درستها الوزارة هي استخدام خيارات مثل الأقمشة والأغطية المعدنية لكنها كانت مكلفة للغاية كما أنها تستغرق وقتاً طويلاً جداً لتثبيتها، فاقترح أحد علماء الأحياء العاملين في الوزارة تقنية "كرات الطيور" التي تستخدم عادة في المطارات لمنع الطيور من التجمع في المناطق الرطبة على جانب المدرجات وتستخدم وزارة لوس أنجلوس حالياً تقنية «كرات الظل» في تغطية أربع خزانات للمياه الصالحة للشرب.

وهي تقنية ذكية تعتمد على أمبركا لمنع تبخر مياه الشرب، إذ ألقت وزارة المياه والطاقة في لوس أنجلوس 96 مليون كرة بلاستيكية سوداء في خزان مجمع "فان نورمان" للمياه الصالحة للشرب بمدينة سيلمار، والتي غطت وجهة الخزان بطبقة سميكة لحماية مياهه من التبخر، ولتثبيت الكريات في مكانها تم تعبئتها بالمياه لثقل وزنها وهي تغطي كل شبر من مساحة الخزان، وتحمي المياه من التلوث بالغبار ومياه الأمطار والطيور والحياة البرية والتفاعلات الكيميائية الناجمة عن أشعة الشمس، ومن المتوقع أيضاً أن تعمل على منع نحو 300 مليون جالون من المياه من التبخر سنوياً، وهو ما يكفي لتوفير مياه الشرب لـ8100 شخص لمدة عام كامل. (آيت خدش ، 2015)

6.4. فوهة Bubble90 الموفرة للمياه المصنعة من قبل شركة DG Takano Co., Ltd في اليابان:

يعتقد أن اليابان تتمتع بوجود كميات كبيرة من المياه حيث تحيط بها المحيطات وتنعم بمستويات عالية من الأمطار سنوياً، ورغم ذلك فإن اليابان لديها مستوى منخفض جداً من المياه العذبة الصالحة للاستعمال، فنصيب الفرد من توافر المياه في منطقة طوكيو الكبرى ذات الكثافة السكانية العالية منخفض على وجه الخصوص، حيث يعادل مثيله في شمال أفريقيا والشرق الأوسط.

وبما أن طبيعة التضاريس الجبلية في اليابان أدت إلى قصر الأنهار، وبما أن هطول الأمطار يتركز في فترات المواسم والأعاصير، فإن مياه الأمطار تتدفق بسرعة إلى البحر، لهذا السبب، هناك نقص في المياه في أجزاء كثيرة من اليابان في كل صيف تقريباً، ويتم مطالبة الناس بالحد من استخدام المياه، وقد دفع هذا إلى تطوير العديد من المنتجات المتميزة والموفرة للمياه في اليابان، إحدى هذه المنتجات الناجحة مؤخراً هي فوهة Bubble90 الموفرة للمياه المصنعة من قبل شركة DG Takano Co., Ltd في هيفاشي-أوساكا، محافظة أوساكا، والتي يؤدي استخدامها إلى الحد من المياه المستخدمة في الغسيل تحت المياه المتدفقة بنسبة 80 إلى 95٪ مع تحسين أداء عملية الغسيل دون استخدام الكهرباء.

إذ صرح رئيس شركة DG Takano Co., Ltd تاكانو ماساكي الذي طور الفوهة بأن سر تحقيق الكفاءة المائية العالية دون التضحية بقوة الغسيل هو التدفق النابض الذي تولده فوهة Bubble90، إذ يتم استخدام تدفقات النبض التي تطلق بشكل مستمر قطرات المياه التي تحتوي على الهواء في أشباه الموصلات المستخدمة في الغسالات والسلع المماثلة، كما أنها تستخدم في كراسي المراحيض ذات الجودة العالية التي تزود بالمياه الدافئة، إلا أن جميع هذه الأجهزة المذكورة تعتمد على الكهرباء، لكن مع فوهة Bubble90، تم تطوير أول جهاز في العالم يولد التدفق النابض باستخدام ضغط المياه فقط كذلك تم إدراج هذه

التكنولوجيا داخل فوهة صغيرة والتي يمكن بسهولة تركيبها على أي نوع من الصنابير تقريبا. (رئيس الشركة تاكانو ويده فوهة (Bubble90، 2017)

7.4. تحلية المياه باستخدام تقنية الكيمياء الكهربائية في السعودية:

تعتبر المملكة العربية السعودية من أقدم الدول التي اهتمت بتحلية المياه، حيث أنشأت أول منشأة لتحلية المياه عرفت بالهندسة، ولكنها لم تدم طويلا وذلك لاعتمادها على وقود الفحم الحجري الذي لم يكن متوافرا في ذلك الوقت وخاصة أنه لم يكن هناك مصدر بديل للطاقة، ومن ثم قد عملت على إنشاء وحدتي تكثيف لتقطير مياه البحر، ولعل من أبرز الفوائد المباشرة والملموسة لتقنية النانو هي مساهمتها في الحصول على مياه صحية خالية من الملوثات والشوائب الضارة، بواسطة أنظمة معالجة متقدمة تتضمن وسائل تقنية نانو مترية. (موسوعة الإلكترونيات للجميع ، 2020)

تعتبر «تقنية الكيمياء الكهربائية» من أبرز التقنيات الحديثة المستخدمة في تحلية المياه، ولا تستهلك إلا القليل من الطاقة؛ حيث لا تتعدى الـ 3 فولت، وهي تقنية حديثة تختلف عن الطرق التقليدية التي يعتمد عليها البعض، من حيث طريقة العمل والحجم والتكلفة، وتم تسجيلها كبراءة اختراع ويتم تطويرها حاليا من خلال شركة ناشئة يطلق عليها Okeanos Technologies.

تحتوي هذه التقنية، على تطبيق جهد كهربائي على شريحة بلاستيكية مليئة بمياه البحار المالحة، وتضم هذه الشريحة قناة صغيرة بحجم 50 مايكرو مترا، وتنقسم إلى فرعين، وعند مدخل هذه القناة يوجد قطب كهربائي يقوم بعمل تحييد لأيونات الكلوريد الموجودة داخل المياه المالحة لينتج منطقة خالية من الأيونات، وبالتالي ينتج زيادة للمجال الكهربائي في هذه المنطقة مقارنة بباقي القناة، ويعمل هذا التغير في المجال الكهربائي على توجيه الأملاح في الفرع الأول للقناة والمياه العذبة في الفرع الآخر.

8.4. المصفاة السحرية لتحويل مياه البحر إلى مياه صالحة للشرب في بريطانيا:

شهدت الفترة الأخيرة ابتكارا جديدا يسمى «مصفاة سحرية»، من قبل علماء بريطانيين، فهي مصنوعة من مادة الغرافين؛ حيث تتمكن هذه المصفاة من تحويل مياه البحر إلى مياه صالحة للشرب، ويعتبر «الغرافين» إحدى صور الكربون ويعرف بأنه أرق مادة في العالم، ويبلغ سمكه ذرة واحدة، علما بأنه أقوى 200 مرة من الصلب.

والغرافين ليس حديثا وإنما تم استخدامه في السابق لتصفية بلورات الملح كبيرة الحجم نسبيا، ولكن العلماء وجدوا طريقة للتحكم في حجم مسام الغشاء الغرافيني، بما يسمح بزيادة قدرته على التنقية وبات بإمكان الغشاء الجديد أن ينقي مياه البحر ويجعلها صالحة وأمنة للشرب.

ويُعتبر العالمان أندريه غيم وكوستيا نوفوسيلوف أول من استطاعا فصل مادة الغرافين، وهما من جامعة مانشستر وكان ذلك في عام 2004، وحصلا على جائزة نوبل في الفيزياء لهذا السبب. (النجار ، 2019)

9.4. ابتكار جهاز لتنقية مياه البحيرات والأنهار من البكتيريا في الدانمارك:

بادرت مجموعة من الباحثين الدنماركيين، إلى ابتكار طريقة لسد نقص مياه الشرب، في مناطق قرب البحيرات والأنهار، لتنقيتها من البكتيريا الملوثة للمياه، حيث توصل الباحثون إلى ابتكار جهاز فريد بسيط، قد يجد حلا لمشكلة نقص مياه الشرب، طوله 22 سم ولا يضم مواد كيميائية ولا بطاريات، يحتوي على مرشح يستطيع تنقية المياه من البكتيريا بنسبة 99.9%، إضافة إلى منع انتقال الكثير من الطفيليات الموجودة في المياه مثل الكوليرا والسالمونيلا والقولونية وغيرها.

يستهدف هذا الاختراع الإنقاص من الوفيات الناجمة عن تلوث مياه الشرب في البلدان النامية، كما يمكن استخدامه خلال السفر في البر والغابات، بما يكفي لسد احتياجات شخص واحد لعام كامل، إن هذا المرشح سهل الاستعمال، إذ لا يتطلب سوى وضعه في بركة أو بحيرة، ومن ثم تدخل المياه من خلال فوهته، حيث تعلق البكتيريا في أليافه الخارجية المصممة خصيصا لهذا الغرض، والغلاف الخارجي لهذا الجهاز مصمم من البلاستيك، فيما تخلو أغشية الترشيح المزود بها من المواد الكيميائية تماما، ولا يحتاج لأي نوع من الطاقة أو البطاريات، ويوفر مياها خالية بالكامل من أي طعم أو رائحة.

10.4. الحصول على الماء من الهواء في ألمانيا:

قد يتصور للبعض أن المقصود بهذا العنوان هو تحويل الهواء الى الماء، لكن الفكرة بسيطة جدا وهي القيام باستخلاص بخار الماء من الهواء، وهي ليست اقتصادية في المرحلة الراهنة، لكنها تستخدم عند الضرورات القصوى.

إذ تعددت التجارب الناجحة في هذا المجال وهذا ما يشجع نحو تطويرها بشكل مستمر، إذ قام مهندس ألماني يدعى "هوبري هامز" (مختص بتقنية تكييف هواء المناجم) بطرح جهاز، عبّاره عن نظام يجمع بين تقنية تكييف الهواء، وتقنية سحب الماء من الملابس بواسطة أجهزة تجفيف الغسيل، يرسل الهواء عبر شبكة معدنية دقيقة باردة يتكثف عليها الماء الموجود في الهواء بشكل قطرات ماء، وتزداد كمية الماء المكثف حسب حجم الثقوب في الشبكة، وذكر المهندس أن الماء المكثف بهذه الطريقة هو ماء صالح للشرب، حسب مواصفات منظمة الصحة العالمية، وأنه يحاول الاستفادة من الكميات الهائلة من مياه البحار والأنهار التي تتبخر دون أن يستفيد منها الإنسان، ويزيد حجم الماء الموجود في الهواء (رطوبة الجو) عن حجم مياه كافة أنهار العالم مجتمعة، ولا يخلو هواء الصحراء الحار من الماء بالطبع، وهناك مناطق صحراوية حارة ترتفع فيها درجة الحرارة الى 20 درجة، فقط في حين ترتفع فيها الرطوبة إلى 75%، وكمعدل يخزن كل كيلوغرام من الهواء 16 غ من الماء، والنسبة الأخيرة هو الماء الذي ينوي هامز اعتصامه من الهواء، ويرى هامز أنه من الممكن توفير الكهرباء لأجهزته في المناطق التي لا يصلها الكهرباء، عن طريق تقنية الخلايا الضوئية التي تستمد طاقتها من الشمس أو من المراوح الهوائية.

وهناك تقنية تعتمد على استخراج المياه من الرطوبة بأقل التكاليف، وتدعى (شبكة تجميع المياه)، إذ تم عمل تجربة لها في إحدى الدول العربية وهي المملكة المغربية، واختار المشرفون على المشروع في المغرب مناسبة اليوم العالمي للمياه، في 21 مارس لفتح أنابيب التزويد الرئيسية، ومنذ ذلك التاريخ، استفاد 92 منزلا، أي نحو 400 شخص، من الماء الصالح للشرب. الفكرة قائمة على شبكات يقوم بتجميع أكبر قدر ممكن من الماء بعد تكثيفه ثم يتحرك الماء الى أسفل بفعل الجاذبية ليتجمع في أنبوب يقوم بنقل الماء إلى الخزانات أو شبكة المياه العمومية.

إن (شبكة تجميع المياه والخزانات) منظمة خيرية غير هادفة للربح، متخصصة في تخطيط وتشغيل المياه في البلدان النامية منذ عام 1987، وقد قامت المنظمة بعمل مشاريع في ثماني بلدان مختلفة، وتقديم الدعم والمشورة في هذا المجال الحيوي، من أجل توفير الماء لسكان المناطق المحرومة. (الشيباني، 2018)

11.4. ابتكار روبوتات قاتلة في أمريكا:

وفي الوقت الذي تسبب فيه الجفاف في نفوق عدد من الأسماك ويصارع فيه العالم بأسره للحفاظ على الموائل الطبيعية وحماية الأنظمة البيئية، باتخاذ أقصى الإجراءات لمنع الصيد والاقتراب من المخلوقات البحرية المهددة بالانقراض وأعلن فريق من الباحثين اختراع روبوتات قاتلة للأسماك.

ويأتي هذا الاختراع في إطار عمل باحثين من شركة "أي روبوت للتكنولوجيا المتقدمة" على إيجاد طريقة للتخلص من أحد أكثر المخلوقات تدميرا لنظام المحيطات الإيكولوجي ألا وهي سمكة التنين.

ويحاول هؤلاء الخبراء الأميركيين القضاء على سمكة التنين التي تُعرف بقدرتها على تحويل الشعاب المرجانية المزدهرة إلى أراض قاحلة في غضون العديد من الأسابيع، كما تؤثر سمكة التنين على الأسماك المحلية التي تجهل وجود أنواع جديدة من الأسماك في بيئها ولا تعرف كيفية تجنبها، إذ تقوم أسماك التنين بافتراس كمية كبيرة من الأسماك الأخرى دون توقف، حتى درجة السمنة المفرطة، وتتكاثر أسماك التنين بسرعة كبيرة وتعتبر مرنة وقابلة للتكيف إلى حد كبير، ما يشكل تحديا كبيرا لأنصار حماية البيئة في السيطرة على تقدمها، واستطاع هؤلاء الخبراء مؤخرا من تطوير تقنية قد تساعد على الحد من تكاثر هذا النوع المدمر من الأسماك، أي "الروبوتات القاتلة".

وقد بدأت الفكرة خلال رحلة غوص في جزر برمودا، عندما التقى مدير شركة أي روبوت التنفيذي، كولن أنغل، بأنصار حماية البيئة المحليين، حيث أخبروه بالمشكلة التي يواجهونها في مياههم، واستطاع أنغل وبعض العاملين في مجال البيئة تطوير فكرة صنع روبوت يقتل هذه الكائنات، لتصبح التقنية جزءا من الشركة أي "روبوتات في خدمة البيئة".

ويجمع تصميم قاتل سمكة التنين بين مركبة تعمل عن بعد وجهاز صق كهربائي صنع خصيصا لهذه المهمة، وسيعمل الجهاز بآلية رقابة تسيطر عليه بعد إسقاطه في الماء، إذ يستطيع المتحكم بالجهاز تحريكه داخل الماء مستخدما تقنيات الكاميرات المزودة للجهاز، بهدف الاقتراب من الأسماك والضغط على الزناد لصعقها.

وتشهد نماذج الروبوتات حاليا اختبارات لتقييم أدائها، وكمية الأسماك التي تستطيع التخلص منها، ومتطلبات طاقتها، وأنواع تصاميمها، قبل أن ترسل للاستخدام في المحيطات. (علي، 2016)

12.4. الاستجابة السريعة في حالة الكوارث في إثيوبيا:

أظهرت تجارب عديدة أن عامل الاستجابة السريعة في حالة الكوارث من أهم العوامل التي تساعد على التخفيف من آثار هذه الكوارث على المزارعين، لذلك تقوم عدد من الحكومات بإنشاء مراكز للطوارئ حيث تكون هذه المراكز جاهزة للتدخل في حالة حدوث كوارث تهدد المحاصيل الزراعية.

لقد كانت الاستجابة السريعة للسلطات الإثيوبية بالتعاون مع منتجي البذور والمنظمات الزراعية دور كبير في تخفيف كارثة الجفاف التي ضربت إثيوبيا عام 2016، حيث واجهت إثيوبيا خلال هذه الفترة أسوأ موجة جفاف منذ 50 عاما، وقد تسببت هذه الكارثة في نقص بذور الذرة والقمح، كما ساهمت الاستجابة السريعة من الحكومة والمنظمات الزراعية الإثيوبية في التخفيف من حدة هذه الكارثة حيث مكنت هذه الجهود من تقديم 3400 طن من البذور عالية الجودة للمزارعين وقد تم اختيار بذور الذرة و القمح لقدرتهما على تحمل الجفاف وأمراض المحاصيل الشاسعة.

هكذا ساعدت الاستجابة المنسقة للطوارئ في إعادة بناء الأمن الغذائي وسبل العيش لأكثر من 271 ألف أسرة ريفية وبنفس القدر من الأهمية تساعد البذور المحسنة والمعززة المزارعين على مواجهة الصدمات المناخية التي تشكل تحديا كبيرا لهم.

13.4. انتاج تقنية الزراعة الذكية في الهند:

في ضوء التغيرات المناخية وما أحدثته من تحديات لقطاع الزراعة، ظهر ما يعرف بالزراعة الذكية وتعني انتاج أساليب زراعية جديدة تأخذ في الحسبان التغيرات المناخية، ويقوم نهج الزراعة الذكية على تطوير استراتيجيات زراعية تضمن الأمن الغذائي المستدام.

تعتبر الهند من الدول التي حققت تقدما كبيرا في مجال الزراعة الذكية، ففي مزارع كارنال بالهند يستخدم المزارع جهاز Green Seeker لقياس صحة محاصيله، وتتيح هذه الأداة المحمولة تحديد أفضل كمية من الأسمدة للمحاصيل ويساعد جهاز

Green Seeker المزارعين على تحسين انتاجيتهم بمرونة ويحد من الآثار المترتبة عن التغيرات المناخية، ومن خلال نظام الزراعة الذكية تم اختبار مناهج التكيف والتخفيف من آثار التغير المناخي وبالتالي تحسين الإنتاجية.

تجدر الإشارة إلى أن مفهوم الزراعة الذكية تم إطلاقه من خلال برنامج البحوث التابع لمنظمة الزراعة والأمن الغذائي والتي تضم 20 دولة، وتقوم اللجان التابعة لهذه المنظمة بمساعدة الدول على تبني سياسات الزراعة الذكية. (محمود، 2019)

14.4. تجارب الاستمطار بالليزر في برلين:

ألهم هذا الاختبار الفيزيائي في جامعة جنيف جيرومي كاسبريان إلى التساؤل حول ما إذا كان بإمكاننا أن نحصل على مزيد من التكثيف إذا قمنا باستخدام أشعة الليزر بدلا عن الأشعة الكونية، وإذا صح ذلك، فإن أشعة الليزر تتميز عن الطريقة التقليدية القائمة على يوديد الفضة، بعدة خصائص مهمة. أولها أن نبضاتها طويلة الأمد، وتكلفتها قليلة، ولا تحتاج إلى طائرات أو صواريخ ومنصات إطلاق، ونجاعتها عالية، وأمنها بيئيا.

إذ أدرك كاسبريان وزملاؤه أن إطلاق الحزم الليزرية القصيرة في الهواء، سيقود إلى تأين جزيئات النيتروجين والأكسجين حول الحزمة الليزرية لإنشاء البلازما، وينتج عن ذلك قناة بلازما للجزيئات المتأينة التي بمقدورها أن تكون نواة للتكثف، وبمعنى آخر إن تجريد الإلكترونات من الذرات في الهواء يشجع على تكوين جذور الهيدروكسيل الذي بدوره يحول ثاني أكسيد الكبريت وثنائي أكسيد النيتروجين في الهواء إلى جزيئات تعمل كبذور لتنمية قطرات الماء.

قام كاسباريان باختبار هذه الفكرة مع زملائه الباحثين باستخدام غرفة سحابية مليئة بالهواء المشبع ببخار الماء عند درجة حرارة 24 درجة مئوية تحت الصفر، وبعد ذلك تم إطلاق شعاع ليزري عالي الطاقة وقصير النبضات للغاية، بحيث يقع في نطاق الأشعة تحت الحمراء وفي مجال الفيمتو ثانية (مليون مليار جزء من الثانية)، ومثل هذه النبضات الليزرية تولد 220 ملي جول في 60 فيمتو ثانية، وتبين أن هذه النتائج مشجعة جدا، فقد تشكلت مباشرة قطرات من الماء يبلغ قطرها خمسين مايكرو متر على طول قناة البلازما، وبعد مرور ثلاث ثوانٍ تزايد قطرها ليصل إلى 80 مايكرو متر، وعلى الرغم أن قطرات الماء المتشكلة أصغر بكثير من قطرات المطر المعتادة، إلا أن الغيمة كانت مرئية تماما بالعين المجردة.

الخطوة التالية لهذا لفريق كانت استخدام هذه التقنية في العالم الحقيقي، ففي عام 2010م، تم إطلاق ليزر عالي الطاقة في نطاق الأشعة تحت الحمراء في سماء برلين من على بعد 60 مترا، وعلى الرغم من عدم رؤية الغيوم بالعين المجردة وعدم سقوط الأمطار، إلا أن أجهزة القياس والأنظمة التي تتبع الطقس أكدت أن الليزر عزز كثافة وحجم جزيئات الماء في الهواء، وهذا يعني أن قطرات التكثيف كانت تتشكل.

على الرغم من أن تجارب الاستمطار بالليزر لا تزال في مراحلها الأولى، إلا أن نتائجها المبكرة تبدو واعدة، ومن المحتمل مع التقدم في التقنيات الليزرية إمكانية التغلب على التحديات التي تواجه هذه التقنية خاصة تخليق قطرات من الماء أكبر حجما، بحيث تصل إلى الحجم الطبيعي الذي يجعلها تتساقط على هيئة مطر باستخدام مدافع ليزرية عملاقة تستطيع تحقيق أقصى قدر من التكثيف، ويمكن للأمر أن يتحقق من خلال تحسين خصائص أشعة الليزر المستخدمة في نطاق الأشعة تحت الحمراء مثل الطول الموجي والتركيز ومدة النبضة، وإذا تمكن العلماء من الوصول إلى الليزر المثالي المستقبلي سيتغلب العالم على الجفاف إطلاقا. (أرامكو، 2019)

5. الخاتمة

قد يتبادر في أذهاننا للوهلة الأولى أن التكنولوجيات الحديثة، تقتصر على مجالات محددة، لكنها مست جميع المجالات وجميع الميادين، حتى مجال الحفاظ على الموارد المائية، وتحقيق الأمن المائي، وهو ما لاحظناه من خلال هذه الورقة البحثية، إذ اتجهت أنظار بعض العلماء نحو التقنيات الحديثة والوسائل التكنولوجية الحديثة، وتوظيفها في تعزيز وإرساء الأمن المائي، من خلال تحلية مياه البحر، ومعالجة مياه الصرف الصحي بأحدث التقنيات، بل وحتى التحكم في الطقس، وغير ذلك من الابتكارات الساعية إلى تحقيق الأمن المائي.

✓ النتائج:

- تعد قضية الموارد المائية وتعظيم الاستفادة منها وترشيد استخدامها من أهم التحديات، لهذا وجب التسيير العقلاني والرشيد لها؛
- من أهم الأسباب التي تؤدي إلى شح المياه، ضعف الوعي على مستوى الفرد والمجتمع بأهمية هذه الأخيرة، لأن الإنسان هو الأساس في أية تنمية بشرية؛
- من ركائز الأمن المائي اعتبار المياه سلعة اقتصادية أي أنها ليست سلعة مجانية وبالتالي هدر المياه أو عدم ترشيد استخدامها سيؤدي إلى إلحاق أضرار بالبيئة؛
- تستخدم الصين تكنولوجيات للتحكم في الطقس من أجل الحث على هطول الأمطار خلال فترات الجفاف وللحد من البرد، إذ كشفت ولاية أريزونا في العام الماضي عن خطط لإنشاء سحب تهطل منها الأمطار الاصطناعية؛
- من أهم التجارب الناجحة في معالجة مياه الصرف الصحي، تجربة العلماء الهنديين في تطوير سلات من الطحالب لجعلها آمنة لإعادة الاستخدام في الزراعة، بالإضافة إلى تجربة النيجيريين في تطوير طريقة بسيطة للمعالجة الحيوية لمياه الصرف الصحي؛
- إن إحدى أهم طرق التكنولوجيا الحيوية الفعالة التي يمكن تطبيقها لتحسين كفاءة استخدام المياه في الزراعة هي استخدام الكائنات المعروفة بالميكوريزا لمساعدة النبات للتغلب على ندرة المياه، عن طريق استخدامها كسماد حيوي يهدف إلى تحسين قدرة النبات على امتصاص الماء؛
- من بين التجارب الناجحة أيضا استخدام المادة الكيميائية الأوبابكتين، والتي تساعد النبات على الاحتفاظ بالمياه؛
- استخدمت أمريكا تقنية ذكية تتمثل في كرات الظل، لمنع تبخر مياه الشرب، من خلال تغطية خزانات للمياه الصالحة للشرب إذ تم استخدامها لأول مرة في عام 2008 في لوس أنجلوس؛
- تعتبر تقنية الكيمياء الكهربائية من أبرز التقنيات الحديثة المستخدمة في تحلية المياه، ولا تستهلك إلا القليل من الطاقة، وهي تقنية حديثة تم تسجيلها كبراءة اختراع ويتم تطويرها حاليا من خلال شركة ناشئة يطلق عليها Okeanos Technologies؛
- من بين التجارب الناجحة أيضا المصفاة السحرية التي اكتشفها العلماء البريطانيون والمصنوعة من مادة الغرافين، حيث تتمكن هذه المصفاة من تحويل مياه البحر إلى مياه صالحة للشرب؛
- أظهرت تجارب عديدة أن عامل الاستجابة السريعة في حالة الكوارث من أهم العوامل التي تساعد على التخفيف من آثار هذه الكوارث على المزارعين؛

- تعتبر الهند من الدول التي حققت تقدما كبيرا في مجال الزراعة الذكية، ففي مزارع كارنال بالهند يستخدم المزارع جهاز Green Seeker لقياس صحة محاصيله، وتحديد أفضل كمية من الأسمدة يمكن استعمالها، كما يساعد هذا الجهاز المزارعين على تحسين إنتاجيتهم بمرونة، بالإضافة إلى الحد من الآثار المترتبة عن التغيرات المناخية؛
- من أهم التجارب أيضا الاستمطار بالليزر، والذي قام به الفيزيائي كاسبريان من جامعة جنيف، وينص على أنه يمكن الحصول على مزيد من التكثيف في حالة استخدام أشعة الليزر بدلا عن الأشعة الكونية، وعلى الرغم من أن تجارب الاستمطار بالليزر لا تزال في مراحلها الأولى، إلا أن نتائجها المبكرة تبدو واعدة.

✓ الاقتراحات:

- إن أهم اقتراح يجب وضعه هو الاقتداء بالتجارب الناجحة في مجال توظيف التكنولوجيات الحديثة في استدامة الأمن المائي، سواء السابق ذكرها، أو غيرها مما لم يتم ذكرها، ذلك من خلال:
- نشر الوعي لدى كافة مستخدمي المياه، من خلال تشجيع تبادل المعلومات حول قطاع الموارد المائية، وإعلامهم بخطورة مشكلة ندرة المياه، وتوعيتهم بأهمية حسن استغلال هذا المورد والحفاظ عليه، ضمانا لأمنهم المائي؛
- ابتكار أساليب وطرق جديدة لترشيد استهلاك المياه، من خلال تحديد أولويات استخدامات المياه؛
- تنمية الموارد المائية المتاحة بإقامة السدود والخزانات، واستخدام حصاد المياه في مناطق التساقط المطري؛
- تطوير الوسائل المناسبة لتشخيص الأمن المائي، والعمل على الاستجابة السريعة في حالة الكوارث؛
- استخدام الطاقة البديلة في استخراج مياه الآبار والمياه الجوفية، بالإضافة إلى تطوير الاستثمار فيها، وذلك بحفر آبار جديدة، والمحافظة عليها من التلوث، والاستفادة من مياه الأمطار في تغذية خزانات المياه الجوفية؛
- تكوين الفلاحين للاستغلال الأمثل لمياه السقي، من خلال إقامة الحقول الإيضاحية والمشاهدات الحقلية وأيام الحقل في حقول الفلاحين والمزارعين؛
- اعتماد الطرق الحديثة والمتطورة المقتصدة للماء في استخدامات الفلاحة والصناعة، من خلال اتباع أساليب الري الاقتصادية مثل الري بالرش بأنواعه، والري بالتنقيط والهيدروفليكس؛
- حماية الموارد المائية من التلوث بعدم رمي الفضلات الصناعية والزراعية في الأوساط المائية وتنقية وتعقيم المياه العذبة من أجل المحافظة على صحة الإنسان والنبات؛
- العمل على اتباع التكنولوجيات الحديثة في تحلية المياه المالحة، من خلال إقامة المشاريع الكبرى، واستخدامها لغايات الشرب وأغراض الصناعة المختلفة؛
- العمل على إعادة استخدام مياه الصرف الصحي، عن طريق إدخال التقنيات والتكنولوجيا اللازمة لذلك، في إطار التسيير العقلاني للموارد المائية وحماية البيئة؛
- حماية الموارد المائية وتنميتها من خلال سن القوانين والتشريعات الخاصة بذلك، والعمل على إنشاء محكمة دولية متخصصة لغرض التحكيم في المنازعات التي تحدث بسبب الموارد المائية.

6. قائمة المراجع:

1. رامكو (2019)، الاستمطار بالليزر.. ظاهرة علمية بميزات استثنائية، مجلة القافلة العربية، المملكة العربية السعودية، تاريخ النشر 2019/09/28، الموقع <https://www.alarabiya.net/ar/qafilah> أطلع عليه يوم 2020/8/29
2. الأشم، م (2008)، اقتصاديات المياه في الوطن العربي والعالم، الطبعة الثانية، بيروت، لبنان، مركز دراسات الوحدة العربية.
3. الحبيّري، ن (2017)، أمن الموارد المائية في الجزائر - الواقع والمستقبل -، مجلة أبحاث ودراسات التنمية، المجلد 4، العدد 1، الجزائر.
4. الخشاب، م & آخرون (2019)، معالجة مشكلة شح المياه باستخدام التقنيات الحديثة في الري، بغداد، العراق، وزارة الموارد المائية.
5. الفراء ب (2015)، أمن الموارد المائية دول الخليج العربية: الواقع والمستقبل. [Récupéré sur https://studies.aljazeera.net/ar/files/gccpath](https://studies.aljazeera.net/ar/files/gccpath). أطلع عليه يوم 2020/8/19
6. الشيباني، ه (2018) البدائل الممكنة لمواجهة الجفاف في العراق، مجلة الكاردينيا، الموقع <https://www.algardenia.com/maqalat/35748> : <https://www.algardenia.com/maqalat/35748> 2018-06-04-15-19-21.html. أطلع عليه يوم 2020/9/1
7. المجلس الوزاري العربي للمياه (2010)، الاستراتيجية العربية للأمن المائي في الوطن العربي لمواجهة التحديات والمتطلبات المستقبلية للتنمية المستدامة (2010-2030) مصر، جامعة الدول العربية، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.
8. النجار، ر (2019)، التكنولوجيا وتأثيرها في الاقتصاد المائي. [Récupéré sur https://www.nippon.com](https://www.nippon.com). أطلع عليه يوم 2020/9/1
9. الوكالة الدولية للطاقة الذرية (2018)، المحافظة على كل قطرة ماء، تقنيات الهيدرولوجيا النظرية تحسّن تقنيات إدارة المياه في الكويت. [Récupéré sur https://www.iaea.org](https://www.iaea.org). أطلع عليه يوم 2020/8/29
10. آيت خدّاش، ر (2015)، كرات الظل "تقنية ذكية تعتمد على أميركا لمنع تبخر مياه الشرب"، جريدة البيان.
11. بدر، ح (2019)، ابتكار مادة كيميائية قابضة للمياه، جريدة الشرق الأوسط، العدد رقم 14965.
12. ديدوح، ع (2017)، الأمن المائي: الاستراتيجية المائية في الجزائر، الطبعة الأولى، برلين ألمانيا، المركز العربي الديمقراطي.
13. رئيس الشركة تاكانو وبيده فوهة (2017). Bubble90، المياه في اليابان - تكنولوجيا لتوفير المياه من ابتكار اليابان- [Récupéré sur https://www.nippon.com/ar/views/b06303](https://www.nippon.com/ar/views/b06303). أطلع عليه يوم 2020/8/29
14. قابيل، ط (2016)، دور التقانات الحيوية في مواجهة ندرة المياه. [Récupéré sur http://arsco.org/article-detail](http://arsco.org/article-detail). أطلع عليه يوم 2020/8/30
15. علي، م (2016)، التكنولوجيا الحديثة سلاح العالم لمكافحة أزمة الجفاف [Récupéré sur https://www.noonpost.com/content](https://www.noonpost.com/content). أطلع عليه يوم 2020/9/1
16. لطفي، و (2012)، الحوكمة المائية، مصر، مركز الشرق العربي للدراسات الحضارية العربية، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة.
17. محمود، م (2019)، استراتيجيات زراعية لمواجهة التغيرات المناخية. [Récupéré sur https://islamonline.net/](https://islamonline.net/). أطلع عليه يوم 2020/8/30
18. موسوعة الإلكترونيات للجميع (2020)، تكنولوجيا تحليل مياه البحر. [Récupéré sur https://www.electronics212.com](https://www.electronics212.com). أطلع عليه يوم 2020/8/30