جمهورية مصـــر العربية

معهد التخطيط القومي

رسالة ماجستير في

دور نهج ترابط المياه والطاقة والغذاء في تعزيز الأمن المائي وتحقيق التنمية المستدامة

" في ضوء تجارب بعض الدول"

The role of water–energy–food nexus approach to enhance water security and achive sustainable development in light of the experiences of some countries

إعـداد

رانيا حسين محمد الجندي

إشـراف

الأستاذ الدكتور/ عبد العزيز إبراهيم تاج الدين

أستاذ بمركز التخطيط والتنمية الزراعية

لإستكمال متطلبات

الحصول على درجة الماجستير المهني في "التخطيط للتنمية المستدامة"

2022

فهرس المحتويات

م	الموضوع	رقم الصفحة
	القسم الأول: الإطار النظرى للبحث	
1	مقدمة	**4**
2	مشكلة البحث – التساؤلات – الأهمية – الأهداف – المنهجية – حدود – الدراسات السابقة	**11-5**
	القسم الثانى: الدراسة التطبيقية	
3	المبحث الأول: مفهوم الأمن المائي والوضع المائي وتحديات المياه	**15-11**
	2-1 أهمية المياه وسمات قطاع المياه	**12-11**
	2-2 مفهوم الامن المائي	**14-12**
	2-3 الوضع المائي في مصر – الميزان المائي الحالي لمصر	**15-14**
4	المبحث الثاني: نهج الترابط واهميته في تعزيز الامن المائي	**25-16**
	3-1 العلاقة بين المياه والغذاء والطاقة	**20-16**
	3-2 أهمية العلاقة بين المياه والغذاء والطاقة	**21**
	3-3 تفسير أوجه الترابط وتعزيز الامن المائي	**24-22**
	3-4 تطبيق أساليب النمذجة العلمية لتوضيح الآثار المباشرة والغير مباشرة لاستخدامات الموارد	**25-24**
5	المبحث الثالث: نهج الترابط وتحقيق التنمية المستدامة	**30-25**
	4-1 الترابط في سياق أهداف التنمية المستدامة	**26-25**
	4-2 المياه والتنمية وتغير المناخ	**27-26**
	4-3 عقبات تكامل الترابط والحلول	**30-27**
6	المبحث الرابع: دراسة حالة لتجارب دول الشرق الاوسط وشمال افريقيا بتطبيق نهج الترابط	**37-31**
	6-1 دراسة حالة المغرب	**33-31**
	6-2 دراسة حالة الاردن	**36-33**
	6-3 تحليل دراسات الحالة والدروس المستفادة	**37-36**
7	الملخص – النتائج – التوصيات	**39-37**
8	المراجع	**42-40**
9	الملاحق	**43**

قائمة الاشكال

2 ، 1	الموارد المتاحة واستخدامات المياه في مصر	14
3	يوضح تطور عدد السكان ونصيب الفرد من المياه العذبة في مصر	15
4	مفاهيم حصاد المياه، واستهلاك المياه، والمياه العائدة في نظام الموارد المائية	17
5	رسم توضيحي للروابط البينية للماء والغذاء والطاقة	21
6	استهلاك الكهرباء في قطاع المياه حسب العملية (2040-2014)	23
7	المدخلات المباشرة والغير مباشرة من المياه من اجل زيادة انتاج الغذاء	25
8	اطار مقترح لوحدات المحاسبة المائية	29

مستخلص البحث :

الأمن المائي هو الجسر الذي يربط معًا شبكة الغذاء والطاقة والمناخ والنمو الاقتصادي وتحديات الأمن البشري التي يواجهها الاقتصاد العالمي على مدى العقود السابقة والحالية والقادمة. و تدهور الأمن المائي سوف يؤدي إلى اضرار جسيمة بالنظام الاقتصادي العالمي ، ولقد ازدادت حاجة المجتمعات البشرية في الآونة الأخيرة – بسبب النمو السكاني – إلى أهم مورد في الحياة، ألا وهو الماء. هذه الزيادة في الطلب والزيادات اللاحقة في الاستهلاك هائلة، حيث ستواجه دول كثيرة أزمة نقص في أمن المياه وضغوط مائية كما أنه لا تزال ندرة المياه ، باعتبارها واحدة من أكبر المخاطر على سبل العيش، تهيمن على أجندة التنمية العالمية. ويواجه البحث مهمة تطوير المعرفة بالمياه وحلول الابتكار لدعم السياسات واتخاذ القرارات بشأن صياغة استراتيجيات متماسكة تدفع التنمية الاجتماعية والاقتصادية المستدامة.

ويتناول البحث دراسة الواقع المائي في مصر من خلال التعرف على أهمية قطاع المياه وأوجه التآزر والمفاضلات مع قطاعات الغذاء والطاقة ، بالإضافة إلى التحديات التي تواجه تحقيق الأمن المائي المصري بالتوازي مع تحقيق أمن الغذاء والطاقة ، حيث إن التخطيط وتوفير الحلول الإدارية بشكل منفصل لكل من موارد المياه والغذاء والطاقة يؤدي إلى عدم استدامة الموارد الأخرى المتاحة. فمن خلال تبني السياسات، يمكن ضمان الأمن المائي، ولكن يتم إهمال الأمن الغذائي، وكذلك أمن الطاقة، أو العكس مما يجعل نُهج الإدارة هذه غير قادرة على تلبية الاحتياجات البشرية الحالية فحسب، ولكن أيضا ستكون غير قادرة على تحقيق أهداف التنمية المستدامة 2030. ومن ثم هناك حاجة إلى نقلة نوعية في نهج الإدارة وبدراسة العلاقات المتبادلة والتعقيدات بين هذه الموارد ظهر مصطلح ترابط المياه والغذاء والطاقة (WEF nexus) في المجتمع العلمي. ومن الواضح أن دراسة التفاعلات بين الموارد الطبيعية مثل موارد المياه والطاقة والغذاء ليست سهلة لأن هناك علاقات وثيقة ومعقدة بينها. وقد استخدم البحث المنهج الوصفي التحليلي لتحليل المفاهيم المختلفة والدراسات السابقة، لإثبات القيمة المضافة لهذا النهج، وقد القت هذه الدراسة وسلطت الضوء على نماذج للترابط بين المياه والغذاء والطاقة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وبتحليلها يمكن تحقيق أهداف الدراسة في التعرف على أهمية تطبيق نهج الترابط لتعزيز الأمن المائي، وتوضيح انعكاس ذلك على تحقيق أهداف التنمية المستدامة المرتبطة بنهج الترابط، ومن النتائج التى توصل إليها البحث ضرورة تطوير السياسات والاستراتيجيات و الاستفادة من تجارب الدول الاخرى في تطبيق نهج الترابط لتأكيد العلاقة بين المياه والطاقة والغذاء في مصر ودورها في تعزيز الامن المائي.

الكلمات المفتاحية:

أمن الطاقة . Energy security

أمن الغذاء . Food security

الأمن المائي . Water security

ترابط المياه والغذاء والطاقة WEF nexus

التنمية المستدامة . Sustainable development

ندرة المياه . Water scarcity

Abstract

Water security is the bridge that links together the sectors of food, energy, climate, economic growth and human security challenges that the global economy has faced over the past, current and coming decades. The deterioration of water security will lead to severe damage to the global economic system, and human societies have increased in recent times - due to population growth - for the most important resource in life, which is water. This increase in demand and subsequent increases in consumption are enormous, as many countries will face a crisis of water insecurity and water stress as water scarcity, as one of the greatest risks to livelihoods, continues to dominate the global development agenda. The research faces the task of developing water knowledge and innovation solutions to support policy and decision-making on formulating coherent strategies that drive sustainable social and economic development.

The research deals with the study of the water reality in Egypt by identifying the importance of the water sector and the synergies and trade-offs with the food and energy sectors, in addition to the challenges facing achieving Egyptian water security in parallel with achieving food and energy security, as planning and providing administrative solutions separately for each of the water resources Food and energy will lead to the unsustainability of other available resources. By adopting policies, water security can be ensured, but food security, as well as energy security are neglected, or vice versa making these management approaches not only unable to meet current human needs, but also incapable of achieving the 2030 Sustainable Development Goals. Hence There is a need for a paradigm shift in the management approach and by studying the interrelationships and complexities between these resources, the term water-food-energy nexus (WEF nexus) appeared in the scientific community. It is clear that studying the interactions between natural resources such as water, energy and food resources is not easy because there are close and complex relationships between them. The research used the descriptive analytical approach to analyze different concepts and previous studies, to prove the added value of this approach. Water, and clarifying the impact of this on achieving the sustainable development goals related to the interconnected approach, and one of the findings of the research is the need to develop policies and strategies and benefit from the experiences of other countries in applying the interconnected approach to confirm the relationship between water, energy and food in Egypt and its role in enhancing water security.

القسم الأول : الإطار النظري للبحث

1-1 المقدمة :

المياه العذبة هي أهم مورد على الإطلاق بالنسبة إلى البشرية، فهي تقترن بجميع الأنشطة الاجتماعية والاقتصادية والبيئية التي يمارسها الإنسان. والمياه ركيزة الحياة على سطح الأرض، ويمكن أن تكون عاملاً يعزز أو يعرقل التقدم الاجتماعي والتكنولوجي، كما يمكن أن تكون مصدراً للرفاه أو البؤس، أو سبباً للتعاون أو التنازع. ويحقق ضمان الأمن المائي حماية نظمنا المائية، والتخفيف من آثار الأخطار المرتبطة بالمياه مثل الفيضانات وحالات الجفاف، وتمكين الجميع من الانتفاع بالمياه وما يتصل بها من خدمات.

إن الماء مورد هام يتسم بالندرة ، يتناقص باستمرار ويزداد التنافس حوله في شتى بقاع العالم، خاصة في ظل تزايد النمو السكاني والتوسع العمراني و التلوث، إضافة إلى تأثيرات تغير المناخ ولا سيما في المناطق القاحلة أو شبه القاحلة، وفي هذا الصدد نشأت قناعة عامة بضرورة القيام بتحسين إدارة الموارد المائية والخدمات المتعلقة بالتزويد المائي من أجل تلبية الاحتياجات الراهنة والمستقبلية على نحو مستدام ودون الإضرار بالبيئة وعليه، يتفق المختصون على ضرورة إدارة الموارد المائية بطريقة متكاملة ومنصفة و الحاجة إلى تحطيم النهج التقليدية المنعزلة كي تكون السياسات أكثر فاعلية. وجرت العادة على أن تكون المياه والطاقة والزراعة محل تركيز سياسات منفصلة، كل منها بتخطيطه الاستثماري المنعزل عن الآخر، حيث وضعت الأطر التنظيمية والمؤسسات والبنى الأساسية للتصدي للتحديات والمطالب الخاصة بكل من هذه القطاعات على حده .

وفي حين تعمل مصر على بناء مستقبل أكثر استدامة، لابد أن تعلن الحاجة إلى نهج جديد يتناول المصير المشترك لهذه القطاعات المختلفة. وهو مايطلق عليه مصطلح "نهج الترابط." ولإثبات القيمة المضافة لهذا النهج، سوف نوضح بعض النماذج الممكنة لتطبيق نهج الترابط بين المياه والغذاء والطاقة و الطرق اتي تؤدي الى تفعيل تطبيق نهج الترابط .

إن تحقيق الأمن المائي والطاقة والغذائي مترابط للغاية وتطرح معالجة هذه الترابطات تحديات خاصة حيث يعتمد على العمليات كثيفة الاستهلاك للطاقة في توفير خدمات المياه والصرف الصحي ولا سيما من خلال ضخ المياه الجوفية وتحلية المياه ومعالجة مياه الصرف الصحي. وبالمثل ، بينما يلعب القطاع الزراعي دورًا رئيسيًا في الأمن الغذائي والتوظيف في المناطق الريفية ، فإنه يستهلك ما يقرب من 80 % من موارد المياه العذبة المتاحة بينما لا يساهم بأكثر من 7 % من الناتج المحلي الإجمالي.

وتشمل أهداف التنمية المستدامة طائفة واسعة النطاق من الموضوعات والمسائل بينها روابط ولا يمكن تحقيق أي هدف بمعزل عن غيره وإنما جنباً إلى جنب مع الاهداف الاخرى. وتقتضي طبيعة الترابط الذي تتسم به أهداف التنمية المستدامة اتباع نهج تنفيذي شامل ومتعدد القطاعات والأبعاد .وبما أنَّ الهياكل إلادارية الحالية تقوم إلى حد بعيد على سياسات قطاعية مجزأة، فإنَّ هذا النهج يناقش جدوى العمليات التقليدية ويستلزم أن تسعى مختلف القطاعات إلي ايجاد أوجه تآزر بين الخطط القطاعية للتنمية لكل قطاع وتتعامل بطريقة متزامنة مع المعارضات الحتمية التي ستحدث نتيجة لذلك .

لذا، فإنَّ نهج الترابط كفيل بتوجيه التدابير والسياسات، دعماً لتحقيق أهداف التنمية المستدامة [1]. وتعُد إدارة قطاعات الموارد الرئيسية، مثل الطاقة والزراعة، مكونات لا غنى عنها لوضع الاستراتيجيات العامة والتخطيط الشامل في إدارة الموارد المائية و يمكن أن يعود تطبيق نهج الترابط بنفع عظيم على هذه القطاعات.

1-2 المشكلة البحثية :

تهدف هذه الدراسة إلى مناقشة قضية محورية تتعلق بمساهمة نهج الترابط Nexus في تحقيق الأمن المائي والذي يؤدي حتما إلى رفاه اجتماعي يتيح فرص التمكين المستدام لكافة الفاعلين الاجتماعيين عبر أنماط تتسم بالكفاءة في التخصيص والاستخدام لهذه الموارد المائية خاصة مع تنامي وانتشار منطق ندرة المياه بسبب ازدياد الطلب عليها من جانب الأعداد السكانية المتزايدة، وكذلك التوسع في الإنتاج الزراعي، والتنمية الصناعية، واستهلاك الطاقة، وتضاؤل نوعية موارد المياه وذلك نتيجة للأنشطة البشرية غير العقلانية .وتتحدد مشكلة هذه الدراسة في قضية مهمة يمكن صياغتها على النحو الآتي:

- كيف يمكن لنهج الترابط أن يساهم في تحقيق الأمن المائي والتنمية المستدامة ؟
- ماهي التحديات التي تواجه تطبيق نهج الترابط و ما هو المفقود وما هو المطلوب للبدء في تنفيذ هذا النهج والبيئة التمكينية لتطبيق نهج الترابط .

1-3 تساؤلات الدراسة :

كيف يساعد نهج الترابط بين الماء والطاقة والغذاء في القرارات والسياسات المتعلقة بالمياه للتخفيف من حدة الإجهاد المائي وتحقيق الأمن المائي في مصر وكيفية تطبيقه ؟

1-4 أهمية الدراسة :

يستمد هذا البحث أهميته من أهمية المياه في حد ذاتها، ومن أهمية التحديات المرتبطة بها، فالماء هو منبع الحياة ومفتاح التنمية وركيزتها الأساسية، لذاك لا بد من الاهتمام بكفاءة تخصيص وإدارة الموارد المائية، والعمل على تنمية الموارد المائية من حيث زيادة كميتها وتحسين نوعيتها ورفع كفاءة إدارتها بما يعود بالفائدة على جميع أفراد المجتمع، خاصة وأن الموارد المائية تتجه اليوم نحو الندرة، لذلك لا بد من الاهتمام بالإدارة المتكاملة والمترابطة بين كافة القطاعات المستخدمة للمياه من أجل تحقيق الأمن المائي والتنمية وذلك بتبني نهج جديد في ادارة هذا المورد (نهج الترابط) .

1-5 أهداف الدراسة :

يهدف هذا البحث إلى دراسة وتحليل وضع الأمن المائي في مصر من منظور العلاقة بين المياه والطاقة والزراعة (الغذاء) ، مع التركيز على مسارات الأمن المائي التي تنشأ من الإجراءات والسياسات المتعلقة بالقطاعات الأخرى. وما يرتبط بها بما في ذلك تعزيز الصناعة القائمة على الطاقة والأمن الغذائي والعمالة المحلية. ومنه نستنتج أن النهج القائم على الترابط مطلوب لإدارة المياه وحوكمتها بشكل فعال يساعد في تحقيق الامن المائي وتحسين تخصيص الموارد المائية واثر ذلك على مؤشرات التنمية المستدامة وذلك من خلال دراسة :

- الأمن المائي و محدداته وتحديات تحقيقه في مصر.
- الوقوف على الوضع الراهن الحالي للمياه في مصر واستخداماتها في القطاعات المختلفة للوصول إلى فهم أفضل وتحديد المقايضات بين التداخلات المختلفة .

[1] Raya Marina Stephan and others. Water-energy-food nexus: a platform for implementing the Sustainable Development Goals. Water International (2018)

- نهج الترابط وعلاقات التآزر والمفاضلة للموارد المائية والغذاء والطاقة .
- تفسير أوجه الترابط وتعزيز الامن المائي .
- إدارة المياه معقدة بالفعل وتحتاج الى حلول ابداعية وتضيف nexus تعقيداً إلى إدارة المياه ولكنها تقدم طريقة مختلفة في التفكير .
- الاطلاع على تجارب بعض الدول ذات الطبيعة المتشابه والنتائج المحققة من تطبيقها لنهج الترابط

وذلك للتوصل إلي مجموعة من التوصيات التي يمكن أن تفيد واضعي السياسات المصرية في هذا المجال.

1-6 فرضية البحث :

يعد توافر المياه عاملاً رئيسياً يحد من قدرة البشرية على تلبية احتياجات الغذاء والطاقة في المستقبل لسكان يتزايد عددهم بمعدلات سريعه . يلعب الماء دورًا مهمًا في إنتاج الطاقة ، بما في ذلك مصادر الطاقة المتجددة واستخراج الوقود الأحفوري غير التقليدي الذي من المتوقع أن يصبح لاعبًا مهمًا في أمن الطاقة في المستقبل، ويتزايد الاعتراف بالمنافسة الناشئة على المياه بين نظامي الغذاء والطاقة في مفهوم "العلاقة بين الغذاء والطاقة والماء". أصبحت العلاقة بين الغذاء والماء أكثر تعقيدًا بسبب عولمة الزراعة والنمو السريع في تجارة المواد الغذائية، مما يؤدي إلى نقل افتراضي ضخم للمياه بين المناطق ويلعب دورًا مهمًا في الأمن الغذائي والمائي لبعض المناطق وتستكشف هذه الدراسة المكونات المتعددة للعلاقة بين الغذاء والطاقة والمياه وتسلط الضوء على النهج الممكنة التي يمكن استخدامها لتحقيق الأمن الغذائي وأمن الطاقة مع موارد المياه المتجددة المحدودة على كوكب الأرض. على الرغم من التوترات الواضحة المتأصلة في تلبية الطلب المتزايد والمتغير على الغذاء والطاقة في القرن الحادي والعشرين ، فإن الروابط المتأصلة بين أنظمة الغذاء والمياه والطاقة يمكن أن توفر فرصة لاستراتيجيات التآزر التي تهدف إلى تحقيق أمن الغذاء والمياه والطاقة ، مثل الاقتصاد الدائري (على سبيل المثال) .

1-7 منهجية الدراسة :

- تعتمد الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي بطريقتيه الاستقرائية والاستنباطية فالاستقراء يتم من خلال التعرف على حقيقة الوضعية التي عليها حالة الموارد المائية في مصر والتحديات التي تواجهها، أما الاستنباط فهو عملية استخلاص للنتائج التي يمكن من خلالها تقييم الوضع التنظيمي للموارد المائية في مصر والتي يتم من خلال تحليل البيانات والتقارير الصادرة عن الجهات الرسمية والمحلية والدولية المعنية بقطاع الموارد المائية في مصر، بما يمكن من طرح واقتراح مجالات لتطبيق نهج الترابط يساعد في خفض الطلب على الموارد المائية بما يحقق الأمن المائي وأهداف التنمية المرجوه .
- كما يستخدم البحث أسلوب عرض وتحليل التطبيق العملي لنهج الترابط في بعض الدول ذات الطبيعة المشابهة لمصر في الظروف الخاصة بشح الموارد المائية و دراسة أثر ذلك على تحقيق التنمية المستدامة بتلك الدول ، حيث أنه لتفعيل مفهوم الترابط في صنع السياسات وتنفيذها على أرض الواقع يلزم وجود أمثلة على الممارسات الجيدة لتطبيقات الترابط وتحليلها حيث يمكن لمثل هذه التحليلات إثبات فوائد النهج والممارسات المتكاملة، يمكن لمثل هذه الأدلة العملية أن تعالج أوجه الترابط والتحديات عبر القطاعات عند تنفيذ أهداف التنمية المستدامة والتكيف مع المناخ .

وقد اعتمد الباحث على الاستفادة من الدراسات السابقة المرتبطة بموضوع الدراسة في مناقشة مشكلتها وتحقيق أهدافها وتم الحصول على البيانات الأساسية من خلال الاطلاع على الكتب والبحوث والدراسات العلمية والتقارير والاحصاءات والمصادر المختلفة التي اهتمت بمناقشة موضوع الدراسة .

1-8 حدود البحث :

تم قبول نهج الترابط بين الماء والطاقة والغذاء كحل مناسب للإدارة المستدامة لهذه القطاعات الحيوية الثلاثة في تقليل المبادلات وبناء التآزر. ومع ذلك، لا يزال التقدم في تنفيذه محدودًا ويواجه العديد من القيود المتعلقة بالبيئة التمكينية لذا تم مراجعة تجارب بعض دول الشرق الاوسط وشمال افريقيا في تطبيق نهج الترابط وأثره في ادارة الموارد وخاصة فيما يتعلق بالموارد المائية وتحقيق الأمن المائي أو التخفيف من حدة الاجهاد المائي بتلك الدول حيث أن الأمن المائي يشكل تحديا محوريا أمام بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا واستقرارها وهو مايتشابه مع الأوضاع المائية في مصر .

1-9 الدراسات السابقة :

- **دراسة "صيد، ماجد وآخر" (2021)**[2]. انتاج علمي . الجزائر. أهمية الحوكمة المائية في تعزيز الأمن المائي – تجارب دولية في مجال إعادة تدوير المياه العادمة .
  - الهدف : هو التوصل الى معرفة مدى مساهمة إعادة تدوير المياه العادمة في تعزيز الأمن المائي ضمن إطار الحوكمة المائية؟
  - أهم النتائج والتوصيات: توصلت الدراسة إلى أن تحقيق التقدم في مواجهة أزمة المياه يتطلب تبني مقاربات متكاملة تتناول العلاقة بين المياه و الصحة والتعليم والتخفيف من حدة الفقر، مما يدفع بقوة نحو تحسين أنظمة حوكمة المياه التي تساعد على إدارة المياه بما فيها المياه المستعملة عبر إعادة تدويرها بطريقة مستدامة ومتكاملة و شاملة وبتكلفة أقل، و لقد أثبتت هذه الطريقة نجاحاتها وفعاليتها في دول عدة تم استعراض البعض منها في هذا البحث.
  - وعليه فقد أوصت الدراسة بضرورة تصميم أنظمة لحوكمة المياه وفق للتحديات المطلوب منها التصدي لها ولابد أن يتحول اهتمام السياسات العامة من إدارة العرض إلى إدارة الطلب المستديم ومن إدارة الأزمة إلى التخطيط طويل الأمد. ويتطلب الاستخدام الناجح للمياه المعاد استعمالها تشجيعا من الحكومات، ومتابعة مستمرة لجودة المياه ، كما يجب النظر إلى توفير المياه لمختلف القطاعات الزارعية، او الصناعية، والخدمات في سياق العلاقة بين العناصر الثلاثة المتمثلة في كل من الماء والطاقة والغذاء.

- **دراسة الفتياني، محمد وآخرون، 2021** [3] "دراسة تأثير هدر الطعام على مصادر المياه في مصر – دراسة حالة قمح"

ناقشت هذه الورقة مقدار الطعام المهدر في مصر ، وكيف يمكننا منع هذه الخسائر بالنظر إلى دراسة حالة محصول القمح. الهدف الرئيسي هو تحديد وتقليل كمية الفاقد من الغذاء في مصر وأظهرت النتائج أن متوسط الفاقد من المياه بسبب هدر القمح في مصر (2016–2012) يبلغ 6.0 مليار متر مكعب من إجمالي القمح المتاح للاستهلاك في مصر. كما تظهر النتائج أيضًا أنه مع التغييرات الحذرة في التجارة والسياسات الزراعية ، يمكن استخدام كل من المحاصيل ذات القيمة الاقتصادية المهدرة وموارد المياه بشكل أفضل من وجهة نظر إهدار الموارد المائية . لذلك ، مصر كدولة تواجه الإجهاد المائي تحتاج إلى اعتماد استراتيجية للحد من هدر المياه وخسائرها يمكن أن تخفف جزئيًا من مشكلة ندرة المياه. ومع ذلك ، فإن إهدار المياه في السلع الزراعية مدفوع إلى حد كبير بعوامل أخرى غير المياه. يمكن أن تشمل هذه الاستراتيجية زيادة الوعي حول هدر الغذاء ، وتطوير عمليات محسّنة لحصاد الأغذية، وتخزينها، ومعالجتها، ونقلها،

---

[2] كتاب وقائع المؤتمر الدولي العلمي الافتراضي : حوكمة ادارة المياه بين الواقع واستراتيجيات التنمية ، سبتمبر 2021 ، ص102: 119

[3] الفتياني ، محمد وآخرون 2021 ، دراسة تأثير هدر الطعام على مصادر المياه في مصر – دراسة حالة قمح ، المجلة الهندسية لجامعة عين شمس ، العدد 12 ، ص2401-2412 .

وبيعها بالتجزئة، كما يمكن أن تنعكس استراتيجيات المياه في عملية تحسين التخطيط الكمي للخدمات الغذائية ، وتحسين عادات الاستهلاك ، وتنفيذ التشريعات للحد من هدر الطعام، إعادة إنتاج الطعام من مخلفات الطعام واستخدام الفاقد والمهدر من الأغذية لاستعادة الطاقة.

- **دراسة " فاطنة ، بوخاري " [4](2020)** انتاج علمي . الجزائر. " المياه الافتراضية عامل مساهم لتحقيق الأمن المائي والغذائي في دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا " .
  - **الهدف :** هو طرح الإشكالية التالية :كيف يمكن للمياه الافتراضية أن تساهم في تحقيق الأمن المائي والأمن الغذائي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

أهم النتائج والتوصيات: تعتبر منطقة الشرق الأوسط وشمال افريقيا من أكثر المناطق في العالم فقراً بموارد المياه وخاصة انها تقع ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة وأن كثيرا من الأنهار التي تمثل أهم مصدر للمياه في كثير من هذه الدول تنبع من خارج تلك الدول، تقدم المياه الافتراضية خيارا لمتخذي القرار في تحقيق وإنجاز أهداف كل من الأمن المائي والأمن الغذائي، بحيث تسد النقص في الموارد المائية من خلال استيراد المحاصيل ذات الاستهلاك العالي للمياه، وتؤمن الغذاء في بعض المحاصيل التي تفتقر لها الدولة وتعتمد على مواسم معينة، كما قد تساهم هذه الأهداف في رفع الوعي بالمياه الافتراضية كمفهوم جديد في توفير الموارد المائية على المستوى المحلي، كما يمكن ذلك البلدان الغنية بالموارد المائية من الربح الاقتصادي.

- **تقدم دراسة (صلاح الدين ، علي ،2019)**[5] –رسالة ماجستير،(نمذجة ديناميكيات نظام الترابط للمياه والطاقة والزراعة في مصر) نموذجًا لديناميكيات النظام للترابط بين المياه والطاقة والزراعة لفحص حالة الأمن الغذائي في مصر وتحسين إدارة موارد المياه والطاقة في الإنتاج الزراعي.

ويحاكي نموذج WEF المقدم في هذه الدراسة العلاقة بين ديناميكيات استهلاك مصر وإنتاج المنتجات الزراعية، واستخدام المياه والطاقة للإنتاج الزراعي وتأثيراتهما المركبة على فجوة الغذاء في مصر. حيث تترجم الفجوة الغذائية إلى كميات من المياه والطاقة من خلال تقدير وتحليل استخدام المياه والطاقة في الإنتاج الزراعي لفترة تاريخية للإشارة إلى المياه والطاقة اللازمتين لإنتاج فجوة الغذاء محليًا. يهدف هذا النهج إلى سد الفجوة الحالية بين مديري المياه والطاقة وصناع السياسات. تشير المنتجات الزراعية إلى المنتجات الأولية والمعالجة من المحاصيل والثروة الحيوانية. يتم حساب استهلاك المياه والطاقة في الإنتاج الزراعي فقط للمنتجات الأولية حيث أن معظم إنتاج الأغذية المصنعة يحدث على المستوى الصناعي. يحتوي نموذج WEF على أربعة نماذج فرعية: (1) استهلاك المنتجات الزراعية. (2) الإنتاج الزراعي ؛(3) استهلاك المياه للزراعة ؛ (4) استخدام الطاقة الزراعية. يعمل نموذج WEF لفترة أساسية (1991 –2016) ، ثم يتم تقديم أربعة سيناريوهات للتأثير المستقبلي حتى عام 2050 بناءً على الافتراضات المحتملة. تستند الافتراضات إلى نتائج تحليل الحساسية الذي يكشف أن النمو السكاني الحاد والزيادة المحدودة في الإنتاج الزراعي هي الدوافع الرئيسية لتوسيع الفجوة الغذائية. وأخيراً تجري الدراسة تحليلاً اقتصادياً لمقارنة الجدوى الاقتصادية بين زيادة إمدادات المياه للزراعة كرد فعل لزيادة الإنتاج الزراعي وقيمة المنتجات المستوردة للفجوة الغذائية لكل سيناريو.

- **دراسة** " MARTTUNEN **وآخرون** [6] " (2019) ، " إطار عمل لتقييم الأمن المائي والعلاقة بين المياه والطاقة والغذاء – حالة فنلندا " والتي اوضحت أن تحقيق الأمن المائي يتطلب ضمان الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية

4 فاطنة ، بوخاري ، 2020 ، مجلة مدارات للعلوم الاجتماعية والإنسانية تصدر عن المركز الجامعي غليزان -الجزائر العدد1 .

[5] **صلاح الدين ، علي (2019)** –رسالة ماجستير،(نمذجة ديناميكيات نظام الترابط للمياه والطاقة والزراعة في مصر)

والبيئية وفي نفس الوقت معالجة تنوع المخاطر والتهديدات المتعلقة بالمياه. وأشارت الدراسة إلى إنه قد تم اقتراح أطر مختلفة لدعم تقييم الأمن المائي. وهي تستند عادة إلى فهارس تمكن من إجراء مقارنات وطنية؛ ومع ذلك، قد تبالغ هذه في تبسيط قضايا المياه المعقدة والمتنازع عليها في كثير من الأحيان. وقد قامت الدراسة بتطوير طريقة منظمة ومنهجية لتقييم الأمن المائي واتجاهاته المستقبلية من خلال عملية تشاركية. يحدد الإطار تسلسل معايير هرمي للأمن المائي ، ويتألف من أربعة محاور رئيسية: حالة البيئة المائية؛ صحة الإنسان ورفاهه؛ استدامة سبل العيش؛ واستقرار ووظائف ومسؤولية المجتمع. يتيح الإطار كذلك تحليل العلاقات بين معايير الأمن المائي وكذلك بين المياه والطاقة والأمن الغذائي. تم تطبيق الإطار على تقييم الأمن المائي الوطني لفنلندا في 2018–2030. وتوصلت الدراسة إلى أن استخدام الإطار بشكل تعاوني مع أصحاب المصلحة يوفر طريقة مفيدة لتحسين الفهم وتسهيل المناقشة حول حالة الأمن المائي والإجراءات اللازمة لتحسينه.

- **دراسة " الصعيدي، محمود وآخرون [7] " (2017)** " ، انتاج علمي ، " العلاقة بين المياه والطاقة والأمن الغذائي في حوض النيل الشرقي: تقييم إمكانات التعاون الإقليمي العابر للحدود " .

الهدف تعرض هذه الدراسة بيانات عن أنماط استخدام الموارد وتراجع الأدبيات حول إمكانات التعاون بين مصر والسودان وإثيوبيا في قطاعات المياه والطاقة والغذاء. ويقدم ملامح استخدام الموارد للبلدان في القطاعات الثلاثة ويلخص التحديات المشتركة لأمن الموارد وفيما يتعلق بالقضايا الشاملة، مثل مخاطر المناخ وتدهور الأراضي. كما تسلط الدراسة الضوء على قضايا التعاون العابر للحدود باستخدام الموارد داخل وخارج نهر النيل. ويؤكد على أهمية التكامل الإقليمي، باستخدام الإمكانات الحالية الخاصة بكل بلد لتخفيف النزاعات حول اقتسام الأنهار وتعزيز التنمية البشرية للبلدان المشاطئة.

النتائج والتوصيات : الدول في المجالات ذات الاهتمام المشترك. تحتاج إلى ترتيبات تعاونية مستقبلية نحو تكامل أفضل في المنطقة ومن المتوقع أن يلعب التعاون في قضايا المياه والطاقة واستخدام الأراضي دورًا حاسمًا في تلبية متطلبات الموارد المستقبلية وتحديات أمن الموارد في حوض النيل الشرقي. حيث يتم توفير فرص تحقيق المنافع المتبادلة من خلال توافر كل من الموارد الطبيعية والبشرية والتباين في توزيع الموارد ، وكلها يمكن أن تحفز التخصص والتجارة والاستثمار والتعاون الفني . إن التوافر المرتفع نسبيًا لموارد المياه في دول المنبع في إثيوبيا والسودان يجلب معه إمكانات زراعية عالية ، والتي يمكن حشدها من خلال الاستثمارات من المصب (مصر) والتجارة الإقليمية. ومن شأن هذا التعاون أن يعالج بفعالية التحدي الإقليمي المشترك المتمثل في انعدام الأمن الغذائي بسبب قلة استخدام التكنولوجيا ، وفشل الحصاد ، وارتفاع تكاليف الإنتاج والنقل ، وغياب الأسواق ، والمضاربة على أسعار المواد الغذائية. نظرًا لتاريخ مصر الطويل في تطوير الري ومعايير الأداء الأفضل ، فهي في وضع جيد لتصدير التكنولوجيا وتبادل المعرفة حول الإدارة الزراعية . علاوة على ذلك، فإن قطاع الطاقة لديه العديد من إمكانيات التعاون في المستقبل فالطاقة الكهرومائية هي مصدر الطاقة الرئيسي لدول المنبع بينما تستهلك مصر احتياطيات أعلى من الوقود الأحفوري. تعتبر تجارة الطاقة ، والاستثمارات في الطاقة الكهرومائية الصغيرة والطاقة القائمة على الوقود الأحفوري من أجل الري ، وتبادل الخبراء بعض الأمثلة على خيارات التعاون. والواقع أن التعاون الإقليمي جار في هذا الصدد (مثل تجارة الطاقة الكهرومائية بين بلدان المنبع).

---

[6] MARTTUNEN, Mika, et al (2019) . A framework for assessing water security and the water–energy–food nexus—the case of Finland. *Sustainability*, 11.10: 2900.

[7] Water-Energy-Food Nexus: Principles and Practices (pp.103-116) Chapter: 10 ,Publisher: John Wiley & Sons, American Geophysical Union

- **أوضحت دراسة كرنيب ، علي ، 2017** [8] ، العلاقة بين المياه والطاقة والغذاء: نموذج Q–Nexus ، أن موارد المياه والطاقة والغذاء (WEF) هي أنظمة مترابطة تؤثر بشكل مباشر وغير مباشر على بعضها البعض ، يعتبر منظور العلاقة بين الماء والطاقة والغذاء كإطار مفاهيمي وثيق الصلة بنموذج وتحليل قطاعات WEF بشكل شامل. يتطلب تقييم وتحليل التفاعلات بين أنظمة المياه والطاقة والغذاء أساليب مناسبة لتعزيز الاستخدام المستدام والفعال لموارد WEF. وقدمت نموذج Q–Nexus وهو عبارة عن إطار عمل تقييمي كمي عملي وقائم على الرياضيات ويعمل كمنصة لتقدير وتخطيط ومحاكاة وتحسين المياه والطاقة والغذاء كنظام مترابط للموارد التي تؤثر بشكل مباشر وغير مباشر على بعضها البعض. يسمح بتقييم سيناريوهات التخطيط لقطاعات WEF وخيارات السياسة بناءً على الطلب المتغير والتكنولوجيا وتخصيص الموارد. وواستعرضت هذه الورقة الميزات التقنية لنموذج Q–Nexus و طريقة تقييم الآثار المباشرة وغير المباشرة الناتجة عن سيناريوهات تخطيط WEF أو خيارات السياسة. أولاً ، تم تقديم الخلفية المنهجية لنموذج Q–Nexus وقدرته على محاكاة أنظمة المياه والطاقة والغذاء استجابةً للعديد من الدوافع الرئيسية. ثانيًا ، تم إدخال إجراءات حساب كميات الاستخدام المباشر وغير المباشر بين القطاعات. على المستوى العملي ، كما تم عرض تجربة عددية ومناقشة النتائج وعرض الاستنتاجات .

- **دراسة " خير الدين ، علي** [9] **" (2016)** " ، رسالة ماجستير ، " استخدام العلاقة بين المياه والطاقة والغذاء لتعزيز تعاون مصر مع دول حوض النيل " .
  - **الهدف** من البحث هو دراسة التخفيف المحتمل لتأثير سد النهضة على الموارد المائية بمصر من خلال تطوير نهج الترابط محليًا والتعاون مع دول حوض النيل باستخدام رابطة المياه والغذاء والطاقة كما تدرس الأطروحة أيضًا ما إذا كان إنشاء إطار لسياسة نهج الترابط لمصر يمكن أن يساعد البلاد في مواجهة التحديات القادمة في القطاعات الثلاثة. كما يتناول ما إذا كان من الممكن تحقيق تكامل مع دول حوض النيل من خلال مفهوم التجارة الافتراضية للمياه.

النتائج والتوصيات : لا يزال الأمن المائي والطاقة والغذائي بعيد المنال على الصعيد العالمي ومصر بلد يكافح لتحقيق الأمن المائي والطاقة والغذائي وقد ثبت أن السياسات المصرية في القطاعات الثلاثة غير متماسكة وغير منسقة. وبناءً على ذلك، يوصى بوضع خطة إستراتيجية متكاملة واحدة لترابط WEF، تعمل على مواءمة السياسات القطاعية الثلاثة. كما أوصت الدراسة بإنشاء المجلس الأعلى للمياه والطاقة والغذاء. وستشمل ولاية المجلس التنسيق بين جميع الهيئات الحكومية للمياه والطاقة والغذاء ، بما في ذلك مواءمة السياسات والخطط ، وتبادل المعلومات ، ومراجعة المشاريع والبرامج في كل قطاع، ومراقبة التنفيذ والتشغيل. من هذه المشاريع والبرامج. وبالمثل ، يوصى بإنشاء مجلس WEF لحوض النيل لدول حوض النيل، من أجل اتخاذ قرارات استراتيجية والموافقة على المشاريع والخطط. ويجب أن تكون قرارات مجلس WEF لحوض النيل ملزمة قانونًا لجميع دول حوض النيل.

كما تم تطوير إطار سياسة لتحديد أولويات المشاريع التي تعود بالنفع على WFE nexus. ويجب أن يتبع تطوير إطار السياسة نهجًا تشاركيًا يشمل مختلف أصحاب المصلحة خلال مرحلة تطوير السياسة وإطار التخطيط الاستراتيجي. كما تم عرض العديد من الأمثلة التي يمكن أن تستفيد من وجود نهج الترابط.

<u>التعليق على الدراسات السابقة وتحديد الفجوة البحثية :</u>

[8] كرنيب، علي ، العلاقة بين المياه والطاقة والغذاء: نموذج Q-Nexus - الجامعة اللبنانية ، حرم الحدث ، بعبدا ، لبنان.

[9] John Wiley & Sons , Water-Energy-Food Nexus: Principles and Practices (pp.103-116) Chapter: 10 ,Publisher:, American Geophysical Union

نلاحظ أنه لا يوجد مفهوم ثابت للترابط، ويتم تفسير الرابطة دوليًا على أنها عملية لربط أفكار وإجراءات أصحاب المصلحة المختلفين في مختلف القطاعات والمستويات لتحقيق التنمية المستدامة. كما يمكن تحديد بعض الثغرات في أدبيات الرابطة التي لم تتم معالجتها حاليًا إلا بصورة قليلة في بعض الدراسات، وهي ظروف التنسيق والتعاون عبر القطاعات، والديناميكيات التي تتجاوز التفاعلات عبر القطاعات وتنتقل الى التطبيق، والعوامل السياسية والمعرفية كمحددات للتغيير ومن الدراسات السابقة التي تناولت العلاقات الثنائية سواءً بين الماء والطاقة والماء والغذاء كدراسة أثر هدر الطعام على الموارد المائية وكذلك سد الاحتياجات المائية عن طريق المياه الافتراضية .

كما يمكن التساؤل هل "يعتبر الحد من المفاضلات بين المياه والطاقة والأمن الغذائي غاية في حد ذاته، أم أنه يدعم الأهداف الاجتماعية والاقتصادية ذات المستوى الأعلى مثل الحد من الفقر والمساهمة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة؟"

وفي هذا البحث، نهدف إلى تقديم دلائل على القيمة التي يمكن أن يضيفها نهج الترابط إلى السياسة واتخاذ القرار وأن نهج الترابط يمكن أن يساعد في تحقيق نتائج اجتماعية واقتصادية أفضل مع تقليل الضغط على الموارد الطبيعية، بتعزيز كفاءة استخدام الموارد من خلال الإدارة المتكاملة والحوكمة والسياسات للقطاعات الثلاثة وكيف يمكن لصناع ومتخذي القرار في مجال إدارة المياه الاستفادة من نهج الترابط من خلال تقديم تحليل لبعض دراسات الحالة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا ، والتي يشمل كل منها عدة قطاعات ، كما تلاحظ من مراجعة الأدبيات النقص الشديد في البحث في هذا المجال باللغة العربية .

القسم الثاني الإطار التطبيقي– المبحث الأول: مفهوم الأمن المائي والوضع المائي في مصر

2– 1: أهمية المياه وسمات قطاع المياه :

2–1 –1 : أهمية المياه:

إن توافر المياه العذبة بكمية ونوعية كافيتين أمر أساس ي لجميع جوانب الحياة و التنمية المستدامة ، فموارد المياه مترسخة في جميع أشكال التنمية(مثلا الأمن الغذائي، والنهوض بالصحة، والحد من الفقر)، وفي دعم النمو الاقتصادي في مجالات الزراعة و الصناعة وتوليد الطاقة، و في الحفاظ على النظم الايكولوجية .ونوضح أهمية المياه بمختلف جوانبها[10].

- المياه و المجتمع : مياه الشرب المأمونة، وخدمات الصرف الصحي والنظافة الصحية الكافية، أساسيتان لحماية الصحة، وتساهمان مباشرة في تحقيق الصحة الجيدة والرفاه. والمياه عنصر أساسي في الزراعة وإنتاج الأغذية، وهي جوهرية للقضاء على الجوع، وتحقيق الأمن الغذائي، وتحسين التغذية، وتعزيز الزراعة المستدامة ، وتجري معظم عمليات سحب المياه على الزراعة وإنتاج الأغذية، لذا قد تؤثر حالات نقص المياه وشحها تأثيرا كبيراً في قطاع الزراعة وبخاصة في البلدان النامية الضعيفة، حيث الطلب على الأغذية يتزايد .
- المياه و البيئة : إن النظم الإيكولوجية وسكانها، ومن بينهم البشر، هم من مستخدمي المياه، والنظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه تشمل الأراضي الرطبة والأنهار ومستودعات المياه الجوفية والبحيرات، فهي تساهم في الحفاظ على مستوى مرتفع من التنوع البيولوجي والحياة .وهي حيوية لتوفير منافع وخدمات من قبيل مياه الشرب، والمياه اللازمة للغذاء والطاقة، والرطوبة، والحلول الطبيعية لتنقية المياه، والقدرة على الصمود في مواجهة تغير المناخ، لذا فهي أساسية للتنمية المستدامة والأمن ورفاهية البشر.

[10] (تقرير الأمم المتحدة ،2018 ص 10-12)

- المياه و الاقتصاد :لا يزال تحقيق النمو الاقتصادي يمثل أولوية بالنسبة لمعظم البلدان، ولا يمكن بلوغ أهداف التنمية المستدامة بدون تحقيق النمو، الذي يحجب عادة المسائل الأخرى، ولكن استخدام المياه والموارد من الأراضي على نحو غير مستدام لن يساعد على بلوغ هذه الغايات، كون الموارد الطبيعية للأجيال القادمة تستهلك لتلبية مطالب اليوم الاقتصادية.

2-1 -2 السمات الذاتية لقطاع المياه

يتسم قطاع المياه بسمات ذاتية تجعله بالغ الحساسية على عدة مستويات للحوكمة ووضع السياسات في مختلف القطاعات:

- تشكل المياه رابطاً بين القطاعات والأماكن و الأشخاص وكذلك بين النطاقات الجغرافية و الزمنية، وغالبا لا تتطابق الحدود الهيدرولوجية مع الحدود الإدارية .
- تمثل إدارة المياه العذبة(السطحية والجوفية) شأناً عالمياً ومحليًا على السواء، وهي تشتمل على الكثير من أصحاب المصلحة المباشرة من القطاعات العام الخاص وغير الربحي، في اتخاذ القرارات ووضع السياسات ودورات المشاريع.
- سياسات المياه معقدة بذاتها ومرتبطة بقوة بمجالات حاسمة الأهمية للتنمية، بما فيها الصحة و البيئة والزراعة والطاقة والتخطيط، والتنمية الإقليمية وتخفيف حدة الفقر.

2-2 مفهوم الأمن المائي :

2-2-1 تعريف الأمن المائي:

الأمن المائي هو وضعية مستقرة لموارد المياه، يمكن الاطمئنان إليها، ويتحقق هذا الوضع عندما تستجيب الموارد المائية المتاحة للطلب عليها، أي أن درجة الأمن المائي لدولة ما تتوقف على طبيعة العلاقة بين المعروض من المياه والطلب عليها في فترة زمنية معينة، ومن ثم يمكن التعامل مع مفهوم الأمن المائي باعتباره مفهومًا نسبياً يزيد وينقص بحسب طبيعة العلاقات بين عرض المسالة والطلب عليها، وينطلق فهم تحليل مفهوم الأمن المائي لأية دولة من خلال تحليل منظومة الميزان المائي، ويأتي هذا الأخير على ثلاث حالات هي [11]:

1- حالة التوازن المائي (Water balance): حينما يتعادل الطلب على المياه مع حجم المعروض منها .

2- حالة الوفرة المائية (Water surplus): حينما يكون حجم الموارد المائية أكبر من حجم الاحتياجات .

3- حالة العجز المائي (Water deficit): يكون فيها حجم الموارد المائية أقل من حجم المطلوب للوفاء بالاحتياجات المائية اللازمة. كما يرتكز الأمن المائي على عدة أسس هي:

- اعتبار المياه من إحدى المتطلبات الأساسية للتنمية، إذ بدون ماء لا يمكن القيام بعمليات التنمية والقطاعات الاقتصادية المختلفة، وعلى الأخص مجالات الشرب، الزراعة والصناعة.

- اعتبار المياه سلعة اقتصادية (Economic good): أي أنها ليست سلعة مجانية وبالتالي هدر المياه أو عدم ترشيد استخدامها سيؤدي إلى إلحاق الضرر بالبيئة وبالمجتمع.

- إن التنافس على مصادر المياه بين دول المنطقة يجعل من هذه السلعة الحيوية ذريعة لإثارة المشاكل ونشوب النزاعات.

وبالتالي يمكن القول أن جوهر الأمن المائي هو أن يكون لدى المجتمعات إمكانية الحصول على مياه كافية، أو يجب أن يكون لديها الوسائل للحد من الضرر الذي يترتب عن نقص المياه .

2-2 -2 : محددات الأمن المائي :

[11] على محمد علي عبد الله، نهر النيل بين سد الألفية ونهر الكونغو :أزمات وحلول،(2014) ، القاهرة ، مكتبة الدار العربية للكتاب، طبعه (1) ، ص (21-22).

إن الحديث عن الأمن المائي كحق لابد من توفر مجموعة من المرتكزات لتحقيق الأمن المائي، وكذا الوصول إليه ومنها:

أولا :المحددات السياسية للأمن المائي:

يتمحور المحدد السياسي حول كيفية خلق البيئة التمكينية للإنسان من الحق في الأمن المائي، فوجود بيئة سياسية تساعد على تحقيق الحاجات الإنسانية للماء، من خلال منطلق المسؤولية والجزاء السياسي يخلق حركيات إنتاج عادلة مائية قائمة على منطلق موطناتي ديمقراطي يقوم بالأساس على الشفافية والمساواة، وكذا عدم التمييز وسيادة قانون الإنصاف لتمكين الأفراد من حقهم في الأمن المائي[12].

ثانيا :المحددات الاقتصادية للأمن المائي :

إن الحديث عن وجود محدد اقتصادي للحق في الأمن المائي يعني بالضرورة توفير شروط استدامة النمو داخل الدولة، والنمو الاقتصادي يحد من الفقر، ويوفر البنية لخدمات المياه وكذا مرافق الصرف الصحي من خلال زيادة الدخل وفرص العمل الثابت.

ثالثا :المحددات البيئية للأمن المائي :

تعد البيئة المجال الذي يعيش فيه الإنسان ويتفاعل مع باقي عناصر الطبيعة الحية وغير الحية، والماء جزء من البيئة التي تعد أحد المتغيرات المحددة للأمن المائي حيث تضمن بقاء الإنسان ووجوده، نظرا لعلاقة التأثير والتأثر الكائنة بينهما. فالإستراتيجية البيئية تدعم الحق في الأمن المائي من خلال تنمية الموارد المائية والمحافظة على التنوع البيولوجي، وكذا تحقيق توازن بين احتياجات الطبيعة والإنسان حتى تتمكن البيئة من العمل بشكل جيد ودائم للوفاء بالحاجات الإنسانية والطبيعية وبدون تهديد الأجيال القادمة، فلا بد من ضمان الحماية الكافية للمجتمعات المائية والمياه الجوفية بعيداً عن الاستنزاف، فالبيئة من الدعائم التي تبقي من إمكانية الانتفاع من الحق في الأمن المائي باعتبارها الحياة .[13]

2-2-3 : مهددات وتحديات الأمن المائي في مصر :

تعد مهددات الأمن المائي ذات حركية دائمة ومتغيرة مما يزيد من صعوبة تحديد طبيعتها، ومن بينها نذكر:

أولاً : زيادة الطلب على المياه : من أهم الأسباب التي تؤدي إلى شح المياه والحاجة إلى تعزيز الحوكمة المائية واستخدام اساليب حديثة في ادارة المياه هو النمو السكاني السريع والتنمية الاقتصادية والتغير المجتمعي فهذه العوامل مجتمعة تمارس ضغطا متزايداً على المياه والموارد الطبيعية الأخرى بحيث يتجاوز الطلب العرض مما يؤدي إلى شح مائي.

ثانياً : زيادة التلوث : تزداد أهمية قضايا مثل التلوث عندما يكون هناك شح في المياه (زيادة الطلب على العرض)، فعلى سبيل المثال، قبل أن تبلغ مياه النيل الأراضي المروية في الدلتا تكون قد استخدمت مرات عديدة بحيث يرتفع تركيز الملوثات الزراعية فيها .و يعتبر التلوث من نتائج تزايد الطلب.

ثالثاً : تزايد الترابط بين النظم المائية وتعقيدها : تتضاعف تحديات ادارة المياه ،عندما تصبح الموارد المائية أكثر تطوراً ، ويزداد التعقيد في الروابط بين مختلف استخدامات المياه ومستخدميها ونظمها . فارتفاع مستوى الشك والتغير في وجود المياه والطلب عليها والمرتبطين بالهيكليات المجتمعية والسياسية المعقدة التي نمت حول المياه أديا الى نظم معقدة ذات خصائص جديدة لا يمكن التنبؤ بها. كما يعتبر هذا التعقيد دافع مهم للمزيد من الحوار والتفاوض بين مستخدمي المياه، وذلك لأنه يحد من فعالية نماذج القيادة والتحكم من أعلى الى أسفل.

---

[12] إسماعيل محمد صادق ،(2012) ،كتاب المياه العربية وحروب المستقبل، القاهرة :العربي للنشر والتوزيع طبعه (1) .

[13] رابح، جفال و إلياس، جاوي، (2014-2015) تأثير المياه على الأمن القومي المصري- سد النهضة نموذجاً- ، رسالة ماجستير، كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة مولود معمري، تيزي وزو .

رابعاً : تغير المناخ كمهدد للأمن المائي : يعتبر تغير المناخ تهديدا غير مسبوق للأمن المائي من خلال التحولات الناتجة عن الاحتباس الحراري في الدورات الهيدرولوجية والأنماط غير الثابتة لتساقط الأمطار ومعدلات تبخر المياه، ويتمثل الأثر الكلي لهذا التهديد في تفاقم المخاطر وحجم التعرض للضرر بما يفرضه من تهديد على سبل العيش والصحة وأمن ملايين البشر ، يؤثر تغير المناخ في تحقيق الأمن المائي على كمية ونوعية المياه، فمن ناحية الكمية تتقلص موارد المياه العذبة وتزيد الندرة بسبب تفاوت توزيع الأمطار من حيث الزمان والمكان.

أما من حيث نوعية المياه فإن تغير المناخ يزيد من تلوث المياه بالرواسب والمغذيات، الكربون العضوي المنحل والعوامل المرضية والتلوث بسبب تغير درجات الحرارة والأنماط الهيدرولوجية كالجفاف والفيضانات وارتفاع منسوب مياه البحر.

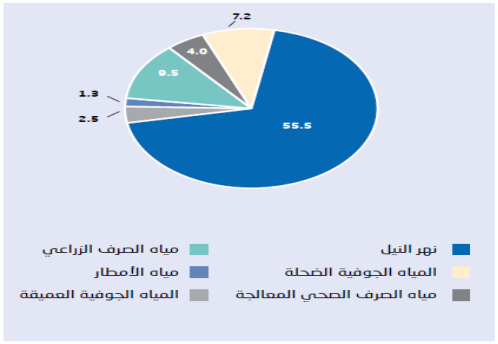
خامساً : النزاعات والصراعات على المياه كمهددات للحق في الأمن المائي : يقصد بنزاع المياه، النزاع العسكري أو الاقتصادي أو السياسي الناتج عن الرغبة في الهيمنة واحتكار مصادر المياه، وقد يقع بين الأفراد أو المناطق أو الدول، وتزداد النزاعات بزيادة عدد السكان والحاجة لري المحاصيل مع ندرة المياه وكثرة مشاكل الجفاف وبسبب المصالح المتضاربة لمستخدمي المياه .

سادساً : تحديات ادارية ومؤسسية :

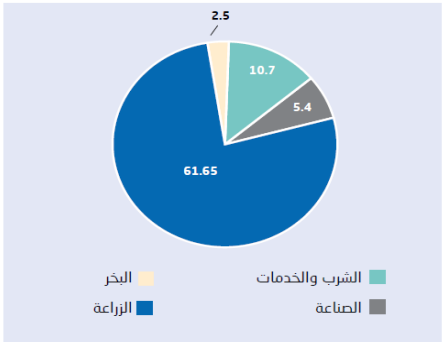
تلك التحديات المرتبطة بادارة الموارد المائية من ناحية التحكم في مصادر الموارد المائية والحفاظ عليها من من المخاطر التي قد تتعرض لها ووضع الاطر التشريعية والمؤسسية لتنظيم الطلب عليها في أوجه الاستخدام المختلفة .

3-2 الوضع المائي في مصر : الميزان المائي الحالي لمصر :(Balance Water)

يبين الجدول رقم (1) الميزان المائي لمصر ، ويوضح شكل (1، 2) موارد المياه المتاحة في مصر واستخداماتها (تخصيص الموارد المائية على القطاعات المختلفة) عام 2019



شكل (1) موارد المياه المتاحة في مصر 2019 (بالمليار متر مكعب)



شكل (2) استخدامات المياه 2019 (بالمليار متر مكعب)

المصدر : وزارة الموارد المائية والري

ويشير الميزان المائي لمصر إلى أن حوالي 26% من إجمالي مخصصات/ استخدامات المياه يأتي من الموارد المائية الثانوية (موارد مائية معاد تدويرها) بمقدار 21 مليار متر مكعب/ سنة، بينما إمدادات المياه من النيل والأمطار والفيضانات المفاجئة – التي تشكل الموارد المائية العذبة المتجددة في مصر (56.8 مليار متر مكعب/ سنة) – تمثل 95.86% من الموارد المائية الأساسية التي يتم استخدامها وإعادة استخدامها عدة مرات بصور مختلفة لتلبية الاحتياجات المائية لمصر.

يُعد النمو السكاني، المحرك الأساسي للإجهاد المائي في مصر. فنجد أنه بين عامي 1960 و 2020، نما عدد سكان مصر من 27 مليونًا إلى أكثر من مائة مليون، مما سيؤدي إلى وصول نصيب الفرد من إمدادات المياه إلى أقل من 500 متر مكعب للفرد في السنة، وهو مستوى منخفض للغاية يعرفه علماء الهيدرولوجيا عادة بأنه "ندرة مطلقة" absolute scarcity كما يلعب تغير المناخ دورًا أيضًا، حيث يؤدي إلى هطول المزيد من الأمطار في جنوب حوض

النيل، ولكن أيضًا في سنوات أكثر حرارة وجفافًا في المتوسط. مجتمعة، تكشف اتجاهات النمو السكاني وتغير المناخ عن صورة قاتمة لمستقبل الاكتفاء المائي في مصر، مع عدم وجود مؤشرات على عكس ذلك [14].

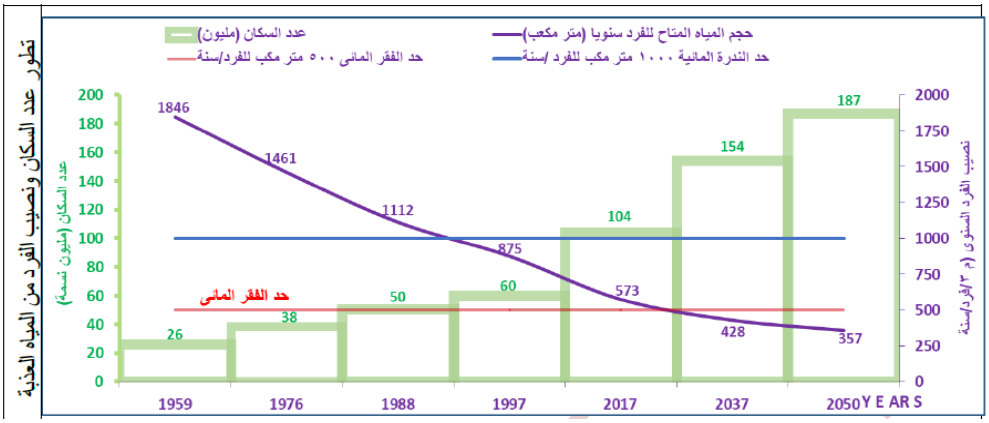
بالإضافة إلى ذلك، سيؤدي انخفاض توافر المياه للفرد إلى زيادة مخاطر الأمن الغذائي في مصر. إن مصر، التي كانت في يوم من الأيام سلة خبز للإمبراطورية الرومانية، تستورد الآن حوالي 40 % من استهلاكها الغذائي من الناحية النقدية، مما يجعلها واحدة من أكثر البلدان التي تعتمد على استيراد الغذاء في العالم. يعتبر القمح والذرة دائمًا أكثر المحاصيل إنتاجًا والأكثر استيرادًا في مصر، مما يدل على أن عدم قدرة البلاد على تلبية احتياجاتها الغذائية الأساسية محليًا ليس بسبب عدم المحاولة ولكن بسبب القيود المفروضة على الموارد الطبيعية الزراعية (الأرض والمياه). بعد الحبوب، فإن مساحة الأرض المستخدمة لإنتاج الفاكهة – الكثير منها للتصدير – تأتي ثانية. يمكن أن تؤدي صدمات الأسعار العالمية للمحاصيل الأساسية إلى نقص حاد في مصر وتزيد من أسعار المواد الغذائية بشكل كبير، وقد يؤدي انخفاض الإنتاج الزراعي للفرد إلى زيادة حدة هذه الصدمات في الأسعار.

وتبذل الحكومة المصرية جهوداً لتوفير المياه، حيث أطلقت خطتها الوطنية الثانية للموارد المائية في عام 2017. وتهدف الخطة لاستثمار 50 مليار دولار بحلول عام 2037، وكذلك تم تبني العديد من السياسات لادارة المياه وتطوير نظم الري، وهناك أيضًا إمكانية لمضاعفة كمية المياه العادمة المعالجة بمقدار أربعة أضعاف، مما قد يزيد من توافر المياه بنسبة 5% أونحو ذلك ويعد الحصول على المياه من خلال تحلية المياه أمرًا مكلفًا وهو خيار تنافسي فقط كبديل لنقل المياه لمسافات كبيرة. تستثمر مصر حاليًا 2.8 مليار دولار لزيادة قدرتها على تحلية المياه بنحو 0.88 مليار متر مكعب في السنة بحلول عام 2025 – وهي زيادة تدريجية في مواردها المائية المتجددة البالغة 57.5 مليار متر مكعب / السنة.

في حين أن هناك الكثير الذي يمكن لمصر القيام به للتخفيف من المخاطر محليًا، فإن مشكلة المياه لديها تعتمد في النهاية على أنشطة جيرانها في المنبع أيضًا. أصبح هذا الاعتماد مصدر توتر متزايد في المنطقة، خاصة بين مصر وإثيوبيا، حيث لا يزال الخلاف حول سد النهضة دون حل بعد ما يقرب من عقد من المفاوضات. ، لكن الخلاف لا يتعلق فقط بملء السد وتشغيله ، طوال المفاوضات، كانت إثيوبيا تتحدى مطالبة مصر بعدم المساس بحصة مصر من تدفق مياه النيل والبالغة 55.5 مليار متر مكعب / السنة، وهو ما تم التعهد به لمصر في الاتفاقيات الثنائية مع السودان منذ قرن من الزمان. إنه نزاع يصعب حله بشكل بارز لأنه يظهر كواجهة للمشاكل الإقليمية الأكثر جوهرية لندرة المياه وتخصيصها.

و بينما يبدو أن سد النهضة يمثل تحديًا لإمدادات المياه في مصر، إلا أنه ليس سوى آخر التطورات التي تسعى إلى استخراج المياه من حوض النيل الشرقي (إثيوبيا والسودان ومصر) حيث قد يبدو ببساطة أن اقتصادات هذه الدول تتجاوز قدرة المياه الطبيعية بالحوض. سيكون من المهم للبلدان في حوض النيل – ولمصر على وجه الخصوص – أن تتبنى حلولًا لتوفير المياه بسرعة وتبطئ الطلب المتزايد على المياه. لهذا السبب وحده، يتعين على دول النيل التعاون بشكل متعدد الأطراف بدلاً من التنافس على الحلول الأحادية الجانب.

[14] Atlantic Council (June 2, 2021). Egypt has a water problem—and no, it’s not only the GERD



شكل (3) يوضح تطور عدد السكان ونصيب الفرد من المياه العذبة في مصر

المبحث الثاني : ترابط الغذاء والماء والطاقة NEXUS وأهميته في تعزيز الأمن المائي :

3-1 : العلاقة بين الماء والغذاء والطاقة :

العلاقة بين المياه والطاقة والغذاء وفقًا لمنظمة الأغذية والزراعة (الفاو)، هي نهج تعتمد فيه المياه والطاقة والأمن الغذائي بشكل وثيق على بعضها البعض، مما يعني أن نتائج الإجراءات المتخذة في مجال معين يمكن رؤيتها بسهولة في منطقة معينة أخرى. وتلعب المجالات الثلاثة (المياه والطاقة والأمن الغذائي) دورًا حيويًا لصالح البشرية في مكافحة الفقر، وللإعلان عن مستقبل أفضل في المستقبل. ومع تزايد عدد سكان العالم، وزيادة الطلبات والاحتياجات الأساسية للسكان، أصبح التنافس على تلك الموارد الحيوية واضحًا .

WEF Nexus هو نهج يدمج الإدارة والحوكمة عبر قطاعات متعددة من الغذاء والطاقة والمياه والنظم البيئية. ويؤكد Nexus الحاجة إلى عدم عرض الماء والطاقة والغذاء. والنظم الإيكولوجية ككيانات منفصلة، ولكن باعتبارها علاقات معقدة ومتشابكة بشكل لا ينفصل عالميًا ومحليًا .

بعبارات بسيطة، هناك حاجة إلى مدخلات مباشرة من المياه في إنتاج الغذاء والطاقة بينما الطاقة مطلوبة لتخزين وتوزيع الطعام وكذلك في استخراج المياه ونقلها ومعالجتها. الموارد الطبيعية وخدمات النظم البيئية هي أيضا أساس أمن المياه والغذاء والطاقة. أي قيود في أحد المدخلات من شأنه أن يزعج توفر أحد المدخلات الأخرى. يساعد تطبيق نهج WEFE Nexus على تحسين فهم الترابط عبر القطاعات بهدف تحسين الحلول المتكاملة في المجال التي تعمل على تحسين تحقيق أهداف التنمية المستدامة، Nexus هو وسيلة لضمان استخدام أكثر تكاملاً واستدامة للموارد التي تتجاوز الصوامع التقليدية ويمكن تطبيقها على جميع المستويات.

3-1-1 : الترابطات بين المياه والطاقة Interactions between water and energy

تطور التخطيط الأمثل لموارد الطاقة تدريجياً بعد أزمة الطاقة والارتفاعات المتعددة في أسعار النفط في السبعينيات. كان الهدف هو الاستفادة المثلى من الموارد من خلال تطبيق التدابير اللازمة (بما في ذلك تحسين استهلاك الطاقة) ومن خلال استكشاف القيود المختلفة. تحقيقا لهذه الغاية، تم تطوير العديد من البرامج لتحديد المزيج الأمثل من التكنولوجيا والوقود واعتماد السياسات المثلى. في البداية، كانت هذه الأدوات قادرة فقط على تخطيط الطاقة، ولكن بدءًا من أوائل عام 2012 فصاعدًا، وبعد إدخال سلسلة المياه والطاقة، تمت إضافة الترابطات بين الطاقة والبيئة، وخاصة موارد المياه، إلى هذه الأدوات.

أ. الطاقة من أجل المياه Energy for water

الطاقة ضرورية لتوفير المياه التي تحتاجها المجتمعات للاستخدامات الزراعية والصناعية والمنزلية. هذه الطاقة ضرورية لاستخراج المياه ومعالجتها ونقلها وإعادة استخدامها. ومع زيادة السكان والتنمية الاقتصادية للمجتمعات في المناطق المركزية، ستزداد الحاجة إلى إمدادات المياه .

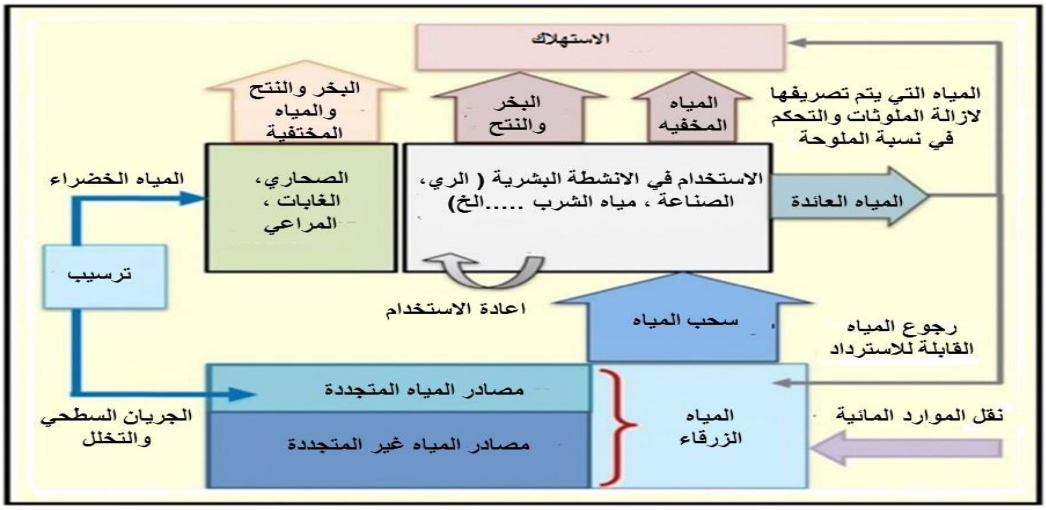
الطاقة ضرورية لتلبية طلب الإنسان على المياه، والذي يستخدم في الغالب لمعالجة المياه ونقلها وتوزيعها. لذلك، بالإضافة إلى الطاقة الحرارية والكهربائية المطلوبة لوحدات معالجة المياه العذبة وأنظمة نقل وتوزيع المياه، هناك حاجة لاستخدام المضخات لتعويض انخفاض ضغطها. (على سبيل المثال، مع الأخذ في الاعتبار الكفاءة الكاملة للمضخة، لرفع 100 متر مكعب من الماء في الدقيقة إلى ارتفاع 100 متر، يلزم توفر طاقة تزيد عن 1.5 ميجاوات) .

دور كبير آخر لمصادر الطاقة لإمدادات المياه يتمثل في الطاقة المطلوبة لمحطات تحلية المياه. أقل من 0.5٪ من موارد المياه المتاحة في العالم هي مياه عذبة تُستخدم للأغراض البشرية أو الصناعية والزراعية المباشرة. تحلية المياه هي عملية تفصل بين جميع أنواع الأملاح والمياه؛ هذه التكنولوجيا هي إحدى الطرق الرئيسية لتزويد وتحقيق المياه العذبة في العالم. تتطور هذه الطريقة يومًا بعد يوم في بلدان مختلفة، وخاصة البلدان الساحلية.

ب. المياه من أجل الطاقة Water for Energy :

المياه ضرورية لاستخراج الطاقة وإنتاجها وتحويلها ونقلها واستهلاكها. على سبيل المثال، يتم استخدام المياه لتوليد الكهرباء في محطات الطاقة وصنع المواد والمعدات المستخدمة في قطاع الطاقة. من الواضح أنه مع نمو السكان وزيادة التنمية الاقتصادية، سيزداد الطلب على الطاقة واستخدامها بشكل حتمي، نتيجة لذلك، سيتم أيضًا زيادة المياه المطلوبة لإنتاج الطاقة. ومن الواضح أن مستوى ومعدل المياه المطلوبة لإمدادات الطاقة وقيمتها في إنتاج الطاقة مهمان، حيث يتم استخدام كمية كبيرة من الماء لتوليد الطاقة في العمليات الكيميائية وعمليات التبريد، ويعاد معظمها إلى المورد المائي. من وجهة نظر بيئية، يجب التحكم في كمية التلوث ودرجة الحرارة المسموح بها نظرًا لأنها تؤثر بشدة على جودة المياه.

وبشكل عام، يمكن تصنيف البصمة المائية لموارد المياه المستخدمة في إنتاج الطاقة إلى ثلاثة أجزاء، وهى البصمات الزرقاء والخضراء والرمادية . ولمعرفة المزيد حول البصمات المائية في قطاع الطاقة، يجب أن تتعرف على دورة المياه في نظام موارد المياه، كما هو موضح أدناه.



شكل (4) مفاهيم حصاد المياه، واستهلاك المياه، والمياه العائدة في نظام الموارد المائية

حيث تشير بعض التقارير الى استحواذ قطاع الطاقة على 10٪ من إجمالي المياه الزرقاء في العالم وحوالي 3٪ من إجمالي استهلاك المياه. وتشير الإحصائيات إلى أن حوالي 12٪ من المياه المحصودة harvested و 64٪ من المياه المستخدمة تستخدم لاستخراج مصادر الطاقة (الوقود الأحفوري) والباقي لإنتاج الطاقة (مثل الطاقة الكهرومائية) [15].

3-1-2 الترابطات بين المياه والغذاء Interactions between water and food :

وفقا لإحصاءات منظمة الفاو، وصل الأمن الغذائي العالمي إلى أدنى مستوى له منذ نصف قرن. وكان السبب الرئيسي لذلك هو حدوث ظروف مناخية غير مواتية وجفاف في بعض البلدان الأساسية المنتجة للأغذية، لقد جعل هذا العامل الأمن الغذائي وسلامة الغذاء فى بؤرة الإهتمام، وقد تم تناولها مرارًا وتكرارًا في وثائق التنمية. ووفقًا لبعض الدراسات الطبية التي أجريت على نظام غذائي صحي، فإن متطلبات السعرات الحرارية اليومية للبالغين حوالي 2700 كيلو كالوري. ويعتبر حصول الفرد على هذه الكمية من السعرات الحرارية هو مؤشر لقياس الأمن الغذائي، ولتلبية الاحتياجات الغذائية لكل فرد، وهناك حاجة إلى حوالي 2700 لتر من الماء يوميًا، حيث يحتاج إنتاج الكيلو كالوري الواحد إلى لتر واحد من الماء .[16]

إن جودة وكمية المياه المتاحة في كل منطقة تحدد خصائص الزراعة في تلك المنطقة. فالماء ضروري لإنتاج الغذاء وإعداده واستهلاكه، ولهذا السبب يعتقد الخبراء أن التغييرات في أنماط استهلاك الغذاء، وكذلك الممارسات الزراعية، تؤثر بشدة على الأمن المائي لكل منطقة .

ويمكن اعتبار الزراعة أكبر مستهلك لموارد المياه العذبة على مستوى العالم، حيث يتم تخصيص ما يقرب من 70٪ من استهلاك المياه العذبة في العالم لهذا القطاع، وقد يزيد هذا الرقم عن 90٪ في بعض البلدان. ويواجه العالم مشكلة نقص المياه لأسباب مختلفة، مثل النمو السكاني والتقدم التكنولوجي، مما أدى إلى زيادة استهلاك المياه وانخفاض كمية المياه المتاحة. بالإضافة إلى كل هذه العوامل، سيزداد إنتاج القطاع الزراعي ما يقرب من 30٪ من الغذاء بحلول عام 2030، وبحلول عام 2050، سيصل هذا الرقم إلى 70٪، وهذا يدل على أن كمية استهلاك المياه في القطاع الزراعي ستزداد وفقًا لذلك (طبقاً لتقارير واحصاءات منظمة الفاو).

أ. المياه والغذاء Water for food :

أن المياه ليست ضرورية فقط لنمو المنتجات الغذائية (مثل الري)، ولكن أيضًا لتجهيز وتوزيع وبيع واستهلاك المنتجات الغذائية. يجب أيضًا استخدام الماء لإنتاج البذور والأسمدة. ومن ثم، فإن إحدى طرق تقليل استهلاك المياه في الإنتاج الزراعي هي نمو المنتجات العضوية وتطويرها فبالإضافة إلى تقليل استهلاك المياه، يتم توفير استهلاك الطاقة بشكل كبير لأن الماء والطاقة ضروريان لإنتاج الأسمدة الكيماوية والمبيدات.

في السنوات الأخيرة، تم اقتراح حلول لمشكلة نقص الغذاء وأحد هذه الحلول هو تحسين الممارسات الزراعية. حيث تم إجراء العديد من الدراسات لزيادة إنتاجية المياه. باستخدام تقنيات فعالة، يمكن تقليل استهلاك المياه مع زيادة إنتاج الغذاء. إحدى هذه التقنيات هي استخدام تقنيات الري ذات الأداء الأفضل مثل الري بالرش والري بالتنقيط والري بالضغط المنخفض. وقد يعتقد بعض الناس أن تقليل تسرب المياه يمكن أن يوفر المياه، لكن هذا ليس صحيحًا. لأن المياه المتسربة والمخلفات اللاحقة لها أهمية كبيرة في عملية نقل وري المنتجات الغذائية لإعادة شحن طبقة المياه الجوفية من خلال المصارف.

[15] تقارير وكالة الطاقة الدولية 2016 .

[16] Molden D (2007) Water for Food, Water for Life: a Comprehensive Assessment of Water Management in griculture. Earthscan, London

ان تجارة المنتجات الزراعية والغذائية تعني أيضًا التجارة في المياه التي تكمن في نمو تلك المنتجات. لأنه من منظور استهلاك الموارد المائية، فإن تجارة الغذاء تعني تجارة المياه التي تُستخدم أيضًا في عملية زراعة هذا المنتج المسمى بالمياه الافتراضية virtual water، وقد تم استكشاف هذه المشكلة منذ منتصف التسعينيات بين عامي 1997 و 2001، والمثال الرئيسي هو استيراد الأردن من المياه الافتراضية، حيث تستورد حوالي 90٪ من طعامها وبالتالي تخزن 5–7 مليار متر مكعب من المياه دون استخدام مواردها المائية. لو لم تكن هناك تجارة للمواد الغذائية، فسيضطر الأردن إلى استخدام موارده المائية الشحيحة، وهي المياه الزرقاء بشكل أساسي، مما يتسبب فى تدميرها ومواجهة تهديدات الأمن الغذائي بسرعة ، وفي مصر تمثل المياه الافتراضية حوالي 34 مليار م3 سنوياً لسد الاحتياجات (خطة وزارة الري) .

تشمل الاستخدامات الأخرى للمياه في الغذاء تربية الحيوانات والماشية. بالمقارنة مع المنتجات الزراعية، يتم استخدام المزيد من المياه في تربية الحيوانات لإنتاج كمية معينة من الطاقة الغذائية. يبلغ متوسط استهلاك المياه العالمي في إنتاج لحوم البقر 10.2 لترًا لكل كيلو كالوري، وهو ما يزيد 20 مرة عن كمية المياه المطلوبة في إنتاج الحبوب (0.51 لترًا لكل كيلو كالوري) [17].

حاليًا، يتم تحقيق إنتاج الغذاء العالمي من خلال الزراعة بمساحة 1.5 مليار هكتار، أي ما يعادل 12٪ من إجمالي مساحة الأرض. من هذه الكمية، يتم ري حوالي 1.1 مليار باستخدام مياه الأمطار للزراعة المطرية. اي يتم ري 80٪ من الأراضي الزراعية على أساس الغابات المطيرة، وفقًا لتقارير منظمة الأغذية والزراعة، وبالتالي يتم ري 20٪ من الأراضي الزراعية، وتبلغ كمية المياه التي تستهلكها هذه الأراضي 70٪ من إجمالي المياه المستخرجة من المسطحات المائية في العالم.[18]

ب. الغذاء والماء Food for water :

من المعروف أن نوعية وكمية المياه المتوفرة في كل منطقة تحدد خصائص الزراعة في تلك المنطقة. كما تعد المياه ضرورية لإنتاج الغذاء وإعداده واستهلاكه، ولهذا السبب يعتقد الخبراء أن التغييرات في أنماط استهلاك الغذاء، وكذلك الممارسات الزراعية، تؤثر بشدة على الأمن المائي لأي منطقة حول العالم. أهم تأثير للغذاء على الماء هو تقليل جودة المياه. تتلوث المياه المروية في الأراضي الزراعية بالأسمدة الكيماوية والمبيدات ويعود جزء من هذه المياه، التي تستخدم في الري، إلى الممر المائي اعتمادًا على التكنولوجيا المستخدمة من خلال الجريان السطحي أو التسرب. ولا يقتصر خفض جودة المياه على الأراضي الزراعية فحسب، ولكن ايضا في عملية إنتاج الغذاء حيث يتم إنتاج كمية كبيرة من مياه الصرف الصحي، مما يقلل أيضًا من جودة المياه .

3-1-3 : الترابطات بين الطاقة والغذاء Interactions between energy and food :

تعد الطاقة أحد العوامل الرئيسية لتكوين المجتمعات الصناعية وتطويرها. يعد استشراف الطاقة أحد الموضوعات الهيكلية ذات الصلة بالتنمية المستدامة. يتم توفير معظم طاقة العالم حاليًا بواسطة الوقود الأحفوري، لكن هذه الموارد تتضاءل، وجدير بالذكر أن القطاع الزراعي ليس فقط مستهلكًا للطاقة ولكن أيضًا مع ظهور الوقود الحيوي يتم تقديمه كمصدر مساهم في إمدادات الطاقة. في العقود الأخيرة، نظرًا لاتجاه التغيير التكنولوجي واستخدام الآلات والمعدات كثيفة الاستهلاك للطاقة في العديد من القطاعات الفرعية الزراعية وزيادة مستوى الميكنة، أصبح استخدام مدخلات الطاقة أمرًا مهمًا للغاية. الميكنة هي مستهلك كبير للطاقة غير المتجددة، ويعتبر الديزل والكهرباء هما المصدران الرئيسيان لاستهلاك الطاقة في القطاع الزراعي.

[17] Chang Y, et al, (2016) Quantifying the waterenergy- food nexus: current status and trends. Energies 9(2):65–73

[18] Hanjra MA,et al, (2010) Global water crisis and future food security in an era of climate change. Food Policy 35(5):365–377

يرتبط تغيير سعر الطاقة بتغيير السعر النهائي للمنتجات الغذائية التي تصل إلى المستهلك ،يؤثر سعر الوقود الأحفوري بشكل مباشر على التكاليف المرتبطة بالآلات الزراعية (للزراعة والحصاد) وكذلك السعر النهائي للأسمدة. كما أنه يؤثر بشكل غير مباشر على جميع أجزاء عملية إنتاج الغذاء. في الواقع، يعتبر سعر الطاقة هو المحدد الرئيسى للسعر النهائي للمنتجات الغذائية وهو ما لمسناه ظاهراً في الأزمة الروسية الاوكرانية الحالية .

التحدي الرئيسي الآخر للطلب على الغذاء هو قضية هدر الطعام Food waste. إن التخلص من الطعام المهدر يستلزم إنفاق تكاليف باهظة على إمدادات الطاقة المطلوبة لهذه العملية. وفقًا لتقارير منظمة الأغذية والزراعة، فإن حوالي ثلث الطعام المنتج يُهدر عمليًا ويعرف باسم نفايات الطعام. ومن الجدير بالذكر أن النظام الغذائي يمثل حوالي 30٪ من إجمالي استهلاك الطاقة في العالم.

أ. الطاقة من أجل الغذاء Energy for food :

تستخدم الطاقة على نطاق واسع في الصناعة الزراعية، حيث يتم استهلاك الطاقة بشكل مباشر أو غير مباشر في المجالات الزراعية. يشمل الاستهلاك غير المباشر عملية إنتاج الآلات والمعدات الزراعية والأسمدة ومبيدات الآفات. يستهلك النظام الغذائي حاليًا حوالي 30٪ من طاقة العالم. وتجدر الإشارة إلى أن من هذه الكمية من الطاقة اللازمة لإنتاج المنتجات الأولية وتربية الماشية ومزارع الأسماك تقد بحوالي 6.6٪. في الزراعة الحديثة، يتم ميكنة معظم العمليات الزراعية مثل الحراثة والغرس والري والحصاد باستخدام المعدات الزراعية. ونتيجة لذلك، تتطلب كل هذه الأنشطة الوقود أو الكهرباء، ومن حيث الاستهلاك المباشر للطاقة في الزراعة، فإن المستهلكين الأساسيين هم المحركات ذات الصلة بالري والتي تلعب الدور الأكبر. وكذلك، فإن إنتاج المواد الخام الزراعية (المدخلات) يتطلب أيضًا طاقة.

وأظهرت الأبحاث الحديثة أن حصة إنتاج الأسمدة والمبيدات تتراوح من 30 إلى 50٪ من إجمالي استهلاك الطاقة [19] في الزراعة. أي أن الجزء الذي يستهلك أكبر قدر من الطاقة يرتبط بإنتاج الأسمدة والمبيدات.

فمن خلال زيادة كفاءة استهلاك الطاقة، يمكن تقليل التكاليف المتعلقة بقطاع الطاقة في الصناعة الزراعية. وسيؤدي ذلك إلى زيادة أرباح المزارعين وبالتالي زيادة كمية الإنتاج الزراعي. نتيجة لذلك، بالإضافة إلى توفير الطاقة، يمكن أيضًا تحسين الفقر وتحسين توفر الغذاء.

نقطة أخرى مهمة حول استهلاك الطاقة في نظام الغذاء هي الطاقة اللازمة لنقل الطعام. في السنوات الأخيرة، كان هناك اهتمام كبير بتوطين المنتجات الزراعية. لا يؤدي ذلك إلى زيادة جودة المنتجات ونضارتها فحسب، بل يوفر أيضًا الطاقة. من المهم أيضًا ملاحظة أن بعض الحقول المحلية ليست جيدة، وتستخدام أسمدة كيماوية أكبر لزراعة المحاصيل. نتيجة لذلك، لتقليل الطاقة في هذه الحالات، يتم تقليل الطاقة المطلوبة للنقل من ناحية، ولكن يزداد استهلاك الطاقة أيضًا بسبب استخدام المزيد من الأسمدة الكيماوية. نظرًا لأن هناك حاجة إلى قدر كبير من الطاقة لإنتاج هذه الأسمدة الكيماوية، يجب على الباحثين ملاحظة أنه من أجل الاختيار الأمثل، هناك مقايضة بين الإنتاج المحلي وجودة الحقول المحلية.

ب. الغذاء من أجل الطاقة Food for energy

أدى ارتفاع أسعار الغذاء عالمياً إلى جعل جزءًا كبيرًا من سكان العالم غير قادرين على تلبية احتياجاتهم الأساسية. كانت هناك عدة أسباب لهذه الزيادة، من بينها ارتفاع أسعار النفط العالمية. لهذا السبب، تبنت الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا ودول أخرى سياسات الوقود الحيوي للحد من اعتمادها على النفط. الوقود الحيوي هو مصدر للطاقة المشتقة من

[19] مرجع سابق .

المواد النباتية والحيوانية. يحتوي الوقود الحيوي على أنواع مختلفة، والتي يمكن الإشارة إليها باسم الإيثانول والديزل الحيوي والديزل الأخضر ووقود الغاز الحيوي.

ارتبط إنتاج الطاقة في الحقبة الأخيرة باستخدام الوقود الحيوي بالعديد من التحديات، حيث يجادل البعض بأن إنتاج الطاقة بهذه الطريقة له تأثير ضئيل جدًا على المكونات البيئية والاجتماعية والاقتصادية لأن طاقة الوقود الحيوي تمثل نسبة صغيرة من إجمالي استهلاك الطاقة في العالم. على الجانب الآخر، هناك من يقول أن كمية المنتجات المستخدمة لإنتاج الوقود الحيوي من عام 2006 إلى عام 2009 تعادل استهلاك الحبوب لـ 250 ألف شخص سنويًا. وفقًا لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، أكثر من 925 مليون شخص في العالم لا يملكون ما يكفي من الغذاء. لذلك، بدلاً من إنتاج الطاقة من المنتجات الغذائية، يمكن استخدام المنتجات الغذائية لتوفير الغذاء للبشر [20].

علاوة على ذلك، فإن الأراضي الزراعية كمورد محدود ستكون إحدى مشاكل إنتاج الغذاء في المستقبل. على الرغم من هذا المحدودية، فإن الأرض التي تُستخدم لإنتاج الغذاء على مر السنين تُستخدم الآن للوقود الحيوي. وتتوقع منظمة الفاو زيادة إنتاج الوقود الحيوي إلى 35 مليون هكتار من الأراضي بحلول عام 2030. وقد أثار هذا مخاوف بشأن الاحتياجات الغذائية في المستقبل. وتسبب طريقة إنتاج الطاقة هذه أيضًا مشاكل أخرى مثل زيادة غازات الدفيئة وتقليل المياه المتاحة وزيادة تلوث التربة بسبب الاستخدام المفرط للأسمدة. وتشير كل هذه العوامل إلى أهمية ترابطات المياه والغذاء والطاقة.

3-2 أهمية العلاقة بين المياه والطاقة والغذاء :

تشكل العلاقة بين الماء والطاقة والغذاء (WEF) إطارًا لتحليل التفاعلات الديناميكية بين أنظمة المياه والطاقة والغذاء ووضع استراتيجيات للتنمية المستدامة (انظر الشكل 2).وعلى الرغم من إحراز تقدم ، لا سيما في دراسة العلاقات بين المياه والطاقة والمياه والغذاء ، إلا أن تطبيق هذا النهج مازال يحتاج الى دراسات علمية حيث يتم تطوير هذا الإطار مع زيادة المخاوف بشأن الصعوبات التي تلوح في الأفق في إطعام سكان العالم المتزايدين وبالقيود المتزايدة على توافر الطاقة المطلوبة وموارد المياه والأرض. وفقًا لتقديرات الأمم المتحدة (UN)، سيتجاوز عدد سكان الأرض 10 مليارات بحلول عام 2100 21. تتوقع منظمة الأغذية والزراعة (الفاو)[22] أن 60٪ أكثر من الغذاء و 80٪ أكثر من الطاقة ستكون مطلوبة بحلول عام 2050 لتلبية الطلب العالمي ؛ من المتوقع حدوث زيادة في إجمالي عمليات سحب المياه العالمية بنسبة 50٪ في البلدان النامية و 18٪ في البلدان المتقدمة بحلول عام 2025.

يتفاقم هذا الوضع بسبب عدد من العوامل، على سبيل المثال زيادة عدد الأشخاص الذين يضيفون اللحوم إلى وجباتهم الغذائية، والتي تستهلك الكثير من الطاقة والمياه. وتؤثر الروابط المتبادلة بين المياه والطاقة والغذاء على تنمية كل من هذه القطاعات. و في حين أن الروابط بين هذه القطاعات مفهومة من الناحية النوعية ، فإن وصف هذه الروابط من الناحية الكمية يصعب إلى حد كبير.

ولقد أعطت أهداف التنمية المستدامة (SDGs) مزيدًا من الزخم لنهج الترابط عبر المياه (الهدف 6) والطاقة (الهدف 7) والغذاء(الهدف2)، والتي تحتوي على أهداف تأمين الغذاء للجميع ، والمياه النظيفة للجميع ، والطاقة للجميع ولأن الترابطات أمر بالغ الأهمية [23] يمكن أن يكون نهج الترابط المنسق جيدًا الخطوة الأولى في تحقيق هذه الأهداف[24].

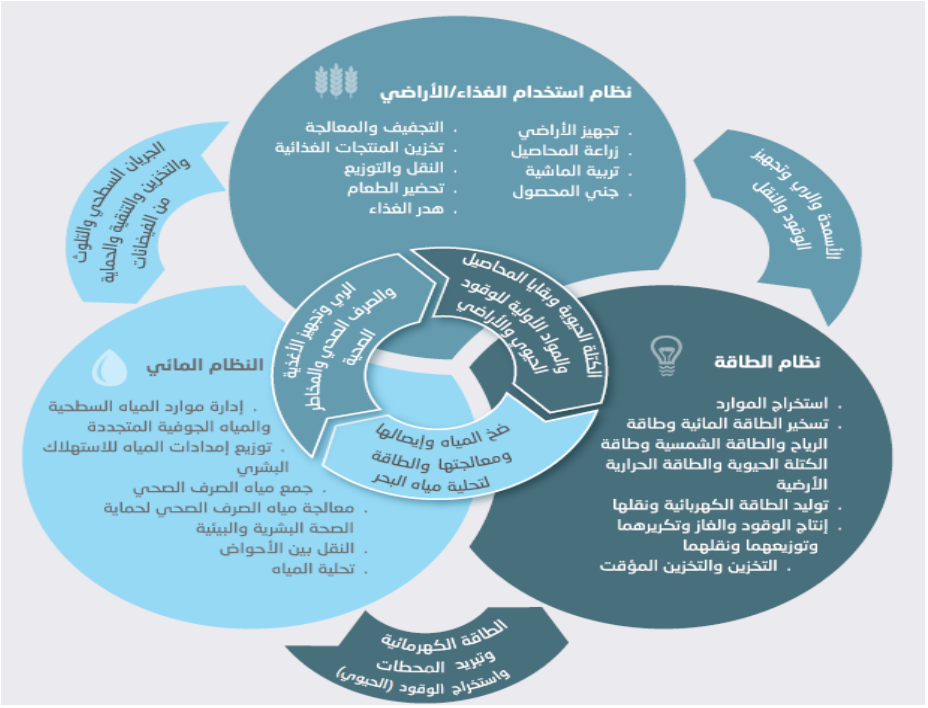
---

20 Dodds F, Bartram J (eds) (2016) The water, food, energy and climate nexus: challenges and an agenda for action. Routledge, Abingdon

21 DESA, U. (2011). The great green technological transformation. *World economic and social survey. New York: UN DESA*.

22 Flammini, A., et al . (2014). *Walking the nexus talk: assessing the water-energy-food nexus in the context of the sustainable energy for all initiative*. Fao.

23 Water, U. N. (2016). Water scarcity. *New York: United Nations*.



الشكل (5) رسم توضيحي للروابط البينية للماء والغذاء والطاقة (العناصر المدرجة هي أمثلة لا يُقصد بها أن تكون شاملة)

المصدر :اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، تنمية قدرة البلدان الأعضاء في اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا(الإسكوا) أداة السياسات الإقليمية،2016

3-3 تفسير أوجه الترابط وتعزيز الأمن المائي :

إن تحسين إدارة المياه في مختلف قطاعات استخدام المياه وفي أوساط أصحاب المصلحة المختلفين وفي اطار التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره ينبغي أن يستند إلى استجابة منسقة تحقق توازناً بين مختلف الأهداف القطاعية واحتياجات جميع مستخدمي المياه، بما في ذلك البيئة .ومع ذلك، يمكن لمختلف القطاعات وأصحاب المصلحة مواجهة مجموعة متنوعة من التحديات فيما يتعلق بإدارة المياه والتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره ويمكن في بعض الحالات، أن تؤدي الصلات التي تربط بين هذه المجموعات بقوة في كثير من الأحيان إلى أوجه للتآزر ومنافع متبادلة، وفي حالات أخرى، يمكن أن تتطلب مقايضات .وسيختلف أيضاً نطاق وحجم الفرص والمقايضات تبعاً للمعارف المعينة المتخصصة للفئات المختلفة ولقدرات تلك الفئات واحتياجاتها وأهدافها.ولذلك فإن التحليلات التي تغطي مختلف القطاعات والحدود مهمة من أجل تحقيق أقصى قدر من الفوائد العامة. وعلاوة على ذلك، فإن نهج الترابط، رغم تجانسه من الناحية النظرية، لا يزال من الضروري تناوله من خلال منظورات مختلفة تتعلق بالمياه وتغير المناخ من أجل زيادة فهم الروابط القائمة وسد الفجوات المعرفية عبر مختلف التخصصات .

3-3-1 منظور الطاقة :

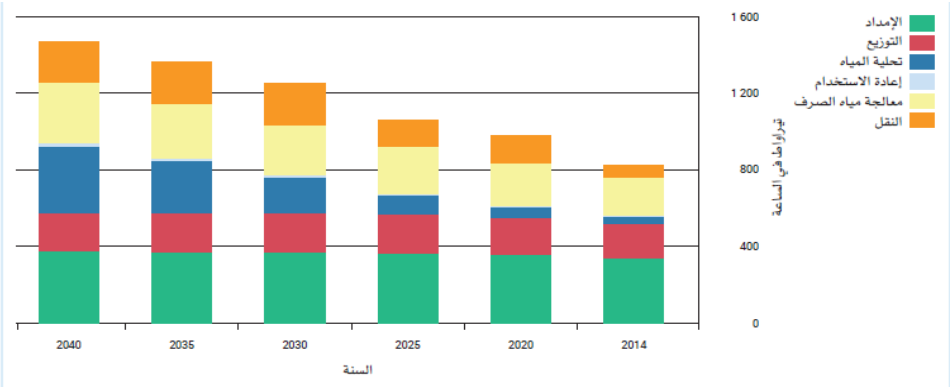
يتطلب استخدام المياه توافر الطاقه وفي عام 2014 كانت عملية استخراج المياه ومياه الصرف وتوزيعها ومعالجتها مسؤولة عما يقدر بنسبة 4% من الاستهلاك العالمي للكهرباء، إلى جانب 50 مليون طن من مكافئ النفط (t.o.e) من الطاقة الحرارية (الديزل المستخدم في مضخات الري والغاز في محطات تحلية المياه) ومن المتوقع أن تتضاعف تقريباً كمية الكهرباء المستخدمة في قطاع المياه بحلول عام 2040 (شكل 6) وتزداد الاحتياجات من الطاقة للري ومياه الشرب عندما يتعين جلب المياه من مسافات أكبر أو من مجمعات المياه الجوفية الأكثر عمقاً، أو مع تدنّي نوعية المصدر .أما أكبر نمو متوقع في استهلاك الكهرباء فهو النمو في قطاع تحلية المياه وفي معالجة مياه الصرف[25]، وإن كان من

24 OBERSTEINER, Michael, et al,(2016) . Assessing the land resource–food price nexus of the Sustainable Development Goals. *Science advances*, 2.9: e1501499.

25 IEA (2016)

الممكن للمعالجة أن تكون عملية مولدة للطاقة (تحول الحمأة إلى طاقة) وأن تؤدي التكنولوجيا الحديثة إلى بعض الانخفاض في استخدام الطاقة في السنوات المقبلة . ولذلك، فإن أي انخفاض في استخدام المياه، يتحقق من خلال زيادة وفورات المياه (أي إدارة الطلب) أو تحسين استخدام المياه وكفاءة معالجتها(مثل الحد من التسرب) يمكن أن يخفض طلب قطاع المياه على الطاقة، ومن ثم يساعد في التخفيف من أثار تغير المناخ، إذا كان مصدر الطاقة المعني هو الوقود الأحفوري.

وفي المقابل، فإن إنتاج الطاقة يتطلب أيضاً توافر الماء وعلى الرغم من أن هذا ربما يكون أكثر وضوحاً بالنسبة لإنتاج الوقود الأحيائي أو استخراج الوقود الأحفوري، فإن عمليات التبريد التي ينطوي عليها توليد الطاقة الحرارية تمثل في الواقع أكبر استخدام للمياه في قطاع الطاقة من حيث كميات السحب وفي حين أن التبريد يمكن أن يؤثر على توافر المياه بسبب فقدانها عن طريق التبخُّر، فإن خزانات الطاقة الكهرمائية يمكن أيضاً أن " تستهلك "كميات كبيرة من المياه عن طريق التبخر وتغير السدود والخزانات الاصطناعية من النظم الهيدرولوجية، الأمر الذي يمكن أن يؤثر بدوره على أداء النظم الإيكولوجية وخدماتها، مما يزيد من الأثر الواقع على توافر المياه ونوعيتها [26]. ولا يقتصر تأثير الري اللازم لإنتاج الوقود الأحيائي [27] على استهلاك المياه، بل يمكن أن يؤثر أيضاً على نوعية المياه من خلال جريان الرواسب والمغذيات والمواد الكيميائية الزراعية، مما يجعلها أقل ملاءمة للاستخدامات الأخرى .وتمثل مصادر الطاقة المتجددة، من قبيل الرياح والطاقة الشمسية وأنواع أخرى من طرق توليد الطاقة الحرارية الأرضية، أفضل بدائل الطاقة إلى حد بعيد من منظور الطلب على المياه، بالنظر إلى احتياجاتها المنخفضة للغاية من المياه .



شكل (6) استهلاك الكهرباء في قطاع المياه حسب العملية (2014–2040)

المصدر : IEA (2018)

3-3-2 منظور الأغذية والزراعة :

يمكن أن تؤدي تدابير كفاءة استخدام المياه في الزراعة إلى زيادة توافر المياه وتقليل الطاقة اللازمة للضخ، وهو ما يخفض بدوره كمية المياه اللازمة لإنتاج الطاقة .ويمكن أن يؤدي هذا الانخفاض في الطلب على الطاقة أيضاً إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة، مما يخفف من تغير المناخ .وبهذه الطريقة، يمكن أن تؤدي الفوائد المتبادلة إلى تعزيزات إيجابية . وبالمثل، توفر أيضاً زيادة استخدام الطاقة المتجددة في الزراعة(من قبيل المضخات التي تعمل بالطاقة الشمسية الكهرضوئية)، إلى جانب زيادة كفاءة الطاقة، إمكانات إضافية لخفض انبعاثات غازات الدفيئة ودعم سبل معيشة صغار المزارعين . غير أن زيادة كفاءة الري(مثل الري بالتنقيط)على نطاق المزارع في واقع الأمر لم تؤد في كثير من الأحيان

26 Hogeboom, R. J., Knook, L., & Hoekstra, A. Y. (2018). The blue water footprint of the world's artificial reservoirs for hydroelectricity, irrigation, residential and industrial water supply, flood protection, fishing and recreation. *Advances in water resources*, *113*, 285-294.

27 تشير التقديرات إلى أن إنتاج الوقود الحيوي يستخدم حوالي 2.3% من مجموع المياه والأراضي الزراعية على الصعيد العالمي .(Rulli et al., 2016) وهو مسؤول أيضاً عن7% من جميع عمليات سحب المياه المتصلة بالطاقة (أكثر من استهلاك النفط والغاز في إنتاج الطاقة الأولية) .

إلى توفير المياه على نطاق أوسع – بل ما زاد هو إنتاج المحاصيل، باستخدام نفس الأحجام الإجمالية من المياه .وهذا يعزز الأهمية الحاسمة للزراعة الحافظة للموارد، التي تسمح للتربة بالاحتفاظ بمزيد من المياه (وبالتالي تزيد من خفض الطلب على المياه والطاقة)، والمواد العضوية والمغذيات وبهذه الطريقة، تساهم الزراعة الحافظة للموارد مساهمة مباشرة في التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه، مع الإسهام بفوائد إيكولوجية إضافية وإنتاج مستدام للأغذية والألياف.

ويوفر تجنب فقدان الأغذية وهدرها سبيلاً آخر إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة وتشير التقديرات إلى أن ما بين 25، 30% من مجموع الأغذية المنتجة تُفقد أو تهدر في جميع مراحل سلاسل الإمداد الغذائي .[28] فبينما تتحلل النفايات الغذائية، تنطلق منها غازات الدفيئة وفي الفترة ما بين عامي 2010 ،2016، ساهم الهدر والنفايات الغذائية العالمية بنسبة تتراوح بين 8 ،10% من مجموع انبعاثات غازات الدفيئة البشرية ، وهي نسبة يمكن أن ترتفع إلى أكثر من10% بحلول عام 2050 وبالنظر إلى أن الزراعة تمثل69% من عمليات سحب المياه على الصعيد العالمي [29]، فإن الحد من النفايات الغذائية يمكن أن يكون له أيضاً آثار كبيرة على الطلب على المياه(والطاقة)، مما يوفر وسيلة للتكيف(تخفيف الإجهاد المائي) والتخفيف(من خلال خفض استخدام الطاقة.)

3-3-3 منظور إمدادات المياه والصرف الصحي ومعالجة مياه الصرف:

إلى جانب وفورات الطاقة المتصلة بزيادة كفاءة استخدام المياه، يتيح تحسين النهوج المتبعة في معالجة المياه، ولا سيما مياه الصرف، مجموعة أوسع من فرص التخفيف فعلى سبيل المثال، يمكن لإعادة استخدام مياه الصرف غير المعالجة أو المعالجة جزئياً خفض كمية الطاقة المرتبطة باستخراج المياه، وبالمعالجة المتقدمة، وبالنقل في الحالات التي يعاد فيها استخدام مياه الصرف في موقع الصرف أو بالقرب منه. وتشكل مياه الصرف غير المعالجة، مصدراً هاماً من مصادر غازات الدفيئة .وبالنظر إلى أن ما يزيد على80% من مجموع مياه الصرف على الصعيد العالمي يجري صرفه في البيئة دون معالجة[30]، فإن معالجة المادة العضوية الموجودة في تلك المياه قبل صرفها يمكن أن تقلل من انبعاثات غازات الدفيئة .ويمكن استرداد الغاز الحيوي الناتج من عمليات معالجة مياه الصرف واستخدامه لتشغيل محطة المعالجة نفسها، فتصبح المحطة محايدة من حيث الطاقة ويزداد تعزيز الوفورات المتحققة في الطاقة .وتوفر النظم المتقدمة لمعالجة مياه الصرف أيضاً الفرص لاستعادة المواد الخام الأخرى، مثل المغذيات التي يمكن تحويلها بعد ذلك إلى أسمدة وبيعها في الأسواق، مما يزيد من عائد الاستثمار من خلال توليد تدفقات جديدة من الإيرادات، إلى جانب تحقيق فوائد إضافية فيما يتعلق بصحة الإنسان والبيئة، غير أن معالجة مياه الصرف في حد ذاتها يمكن أن تؤدي إلى إطلاق أنواع معينة من غازات الدفيئة والتي تمثل ما يقدر بنسبة 26% من انبعاثات غازات الدفيئة التي تنشأ ضمن" سلسلة المياه " بأكملها[31]

ويمكن للأراضي الرطبة المنشأة أن تكون فعالة في معالجة مياه الصرف(مع القليل من مدخلات الطاقة الإضافية أو بدونها)، ولا سيما في الأماكن التي يمثل فيها انخفاض مستوى التكنولوجيا والصيانة قيوداً تشغيلية، مما يوفر مصدراً غير مكلف نسبياً للمياه اللازمة لأغراض الري .وفي حين أن الكتلة الأحيائية التي تُجمَع من الأراضي الرطبة المنشأة يمكن أن تستخدم كمصدر وقود متجدد للجيل الثاني من الوقود الأحيائي ، فإن بعض الأدلة تشير إلى أن هذه النُظم تعمل كمصادر صافية لغازات الدفيئة في الغلاف الجوي، وإن كانت بعض التقارير تفيد العكس أيضاً[32].

28 FAO, 2013b; IPCC, 2019c.

29 AQUASTAT, 2014.

30 World water devolpment report (2018).

31 KAMPSCHREUR, Marlies J., et al (2009). Nitrous oxide emission during wastewater treatment. *Water research*, 43.17: 4093-4103.

32 تقرير الأمم المتحدة العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2020 ، المياه وتغير المناخ .

ووفقاً للأمم المتحدة يمكن أن تخدم برامج تنمية المياه وإدارتها إذا ما خططت بشكل صحيح وظائف متعددة، بدءاً من المساهمة في إنتاج الطاقة والغذاء وصولاً إلى مساعدة المجتمعات المحلية على التكيّف مع تغير المناخ.
وهناك حاجة إلى نهج ترابط لإدارة القطاعات من خلال تعزيز الحوار والتعاون والتنسيق، وذلك لكفالة أن تؤخذ المنافع المشتركة والمقايضات بالاعتبار وأن توضع الضمانات المناسبة[33].

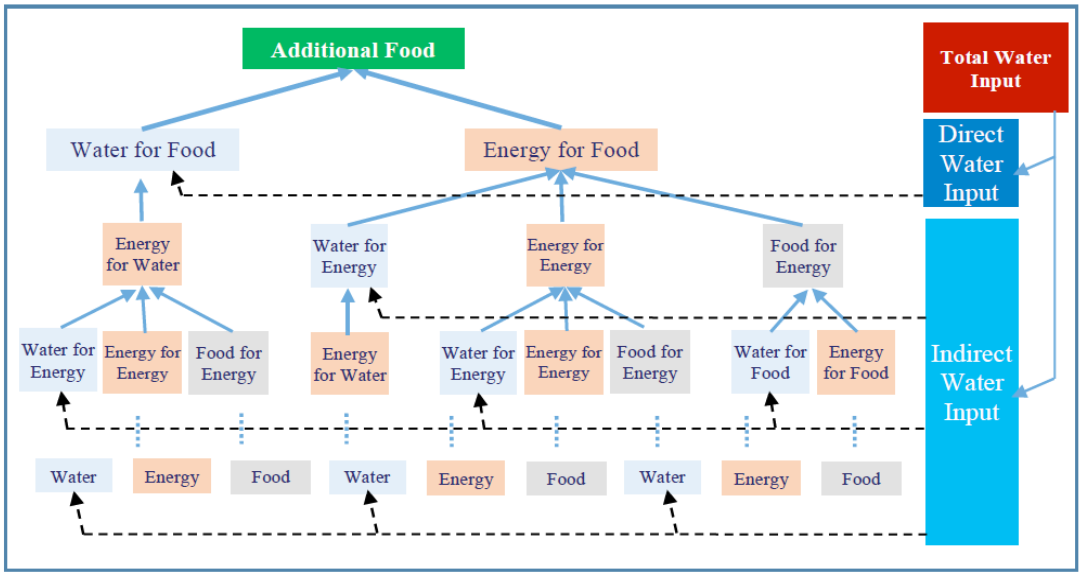
3-4 تطبيق أساليب النمذجة العلمية لتوضيح الآثار المباشرة وغير المباشرة لاستخدامات الموارد :

تفاعلات الرابطة WEF ديناميكية وتؤثر بشكل مباشر وغير مباشر على بعضها البعض ويمكن أن تساعد نماذج التقييم الكمي المترابطة في التخفيف من آثار التفاعلات وفي تحديد المفاضلات.
الخاصية الرئيسية التي يجب أن تصنف أي نموذج كمي لرابط WEF هي قدرته على حساب الكميات المباشرة وغير المباشرة المشتركة بين القطاعات الناشئة عن التغيير المتوقع لمكونات الرابطة WEF يجب اعتبار هذه الخاصية كشرط أساسي للتمييز بين أنظمة الربط وأي نظام متكامل للموارد الأخرى.
و لتسليط الضوء بشكل أفضل على تأثيرات تفاعل WEF المباشرة وغير المباشرة ، يوضح الشكل (7) مثالاً للاحتياجات المباشرة والغير مباشرة من المياه من أجل انتاج الغذاء إجمالي مدخلات المياه (مجموع مدخلات المياه المباشرة وغير المباشرة) المطلوبة للطلب الإضافي الجديد على الغذاء. وكما هو مبين في الشكل (7) ، فإن تأثير الطلب الإضافي الجديد على الغذاء يولد داخل الرابطة الحاجة إلى مدخلات من موارد المياه والطاقة ، وهذه هي التأثيرات المباشرة. لكن مخرجات المياه والطاقة هذه نفسها تولد مرة أخرى حاجة إلى موارد إضافية ، وهذه هي بداية التأثيرات غير المباشرة ؛ وهكذا .
وتستمد المناهج الكمية لترابط المياه والغذاء والطاقة أهميتها من حقيقة أن المخرجات تحدد الآثار المجمعة للتداعيات المباشرة وغير المباشرة الناتجة عن التغيير في تكنولوجيا إنتاج WEF و / أو التغيير في طلب الاستخدام النهائي، ويتمثل التحدي الرئيسي في تصميم علاقة الترابط في التعقيد الهائل فى دراسة الموارد الثلاثة وتفاعلاتها الديناميكية في وقت واحد في نموذج واحد. إن الأدبيات مليئة بمحاولات نمذجة واحد أو اثنين من الموارد، إلا أن محاكاة نموذج من هذه الموارد بنجاح يتطلب فهمًا عميقًا لعلاقات الموارد والعلاقات بينها عبر المستويات المختلفة. بالإضافة إلى ذلك، يشكل إنشاء أساس مشترك مكافئ لتقييم هذه الموارد الثلاثة صعوبة كبيرة. وجدير بالذكر أنه كان هناك العديد من النماذج والأطر المقترحة في العقد الماضي. لتوضيح هذا التعقيد لصانعي السياسات.ولتوجيه اختيار نماذج الترابط عند اعداد الدراسات ، اقترح[34] Daher الأسئلة التالية :

1. ما هو سؤال الترابط الذي يوجّه الدراسة؟
2. من هي الجهات الفاعلة الرئيسية ومن هم أصحاب المصلحة الرئيسيون المتأثرون بالدراسة؟
3. ما هو نطاق الدراسة؟
4. كيف يجري تحديد نظام الترابط؟
5. ما هي الجوانب المحددة التي نريد تقييمها؟
6. ما هي البيانات اللازمة؟
7. كيف نعرض نواتج الدراسة ومتى نشمل صانعي القرار؟

33 تقرير الأمم المتحدة 2014.

34 DAHER, Bassel, et al.(2017) Modeling the water-energy-food nexus: a 7-question guideline. *Water-energy-food nexus: Principles and practices*, 229: 57.



شكل (7) المدخلات المباشرة والغير مباشرة من المياه من اجل زيادة انتاج الغذاء

المبحث الثالث : نهج الترابط وتحقيق التنمية المستدامة :

4-1 الترابط في سياق أهداف التنمية المستدامة :

على الرغم من أن خطة عام 2030 لم تعتمد نهج ترابط لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، إلا أنها أعلنت بقوة أن (أهداف التنمية المستدامة والغايات متكاملة ولا تتجزأ)، وأن(أوجه الترابط والطبيعة المتكاملة لأهداف التنمية المستدامة حاسمة الأهمية في ضمان أن يتحقق غرض الخطة الجديدة) .

وتطابق الطبيعة المتكاملة لأهداف التنمية المستدامة بشكل وثيق نهج الترابط الذي يأخذ بالاعتبار الروابط العديدة بين القطاعات .وهو نهج قائم على النظم ويهدف إلى تخفيض المقايضات وبناء أوجه تآزر عن طريق الأخذ بالاعتبار التفاعلات وأوجه الاعتماد المتبادل في كافة المراحل، وتعزّز فاعلية النظام بأكمله بدلاً عن زيادة إنتاجية قطاع معيّن تكون في كثير من الأحيان على حساب قطاعات أخرى.

ومثال على ذلك هدف التنمية المستدامة 13 ، الذي يسعى إلى مكافحة تأثيرات تغير المناخ. حيث أن تغير المناخ هو عامل إجهاد شامل لعدة قطاعات ومحرك رئيسي لنظم المياه والأغذية، ويترافق مع نظام الطاقة الذي يحرك تغير المناخ ويتأثر به بالمقابل ، وفي جوهر الترابط في أمن المياه والطاقة والغذاء، يمكن تحديد الأهداف 2 و 6 و 7 بسهولة إذ يسعى الهدف 2 إلى القضاء على الجوع وتحقيق الأمن الغذائي وتحسين التغذية وتعزيز الزراعة المستدامة، ولديه خمسة غايات مرتبطة به .ويرمي الهدف 6 إلى ضمان توفر المياه وإدارتها المستدامة والصرف الصحي للجميع، ولديه ست غايات أما الهدف 7 فيهدف إلى ضمان الحصول على الطاقة الحديثة بأسعار ميسورة وموثوقة ومستدامة للجميع، مع خمس غايات .

وتظهر نظرة عن كثب إلى أهداف التنمية المستدامة وغاياتها عن صلات عديدة فمثلاً ترتبط الغاية (6 -4) أي زيادة كفاءة استخدام المياه في كافة القطاعات، بالغايتين (2- 3)،(2 -4)اللتين تدعوان إلى إنتاجية زراعية أفضل وممارسات زراعية متينة،والتي تتصل بدورها بالغاية (7- 3) المتعلقة بتحسين الكفاءة في استخدام الطاقة .وليست الصلات مقتصرة على هذه الأهداف الأساسية الثلاثة للترابط، بل تمتد إلى غيرها، مثال غاية الصحة (3- 9) التي تدعو إلى تخفيض عدد الوفيات والأمراض الناجمة عن التعرّض للمواد الكيميائية الخطرة وتلويث الهواء والماء والتربة، الذي يتصل بشكل وثيق بالغاية (6 -1) وهي تحقيق حصول الجميع على مياه الشرب المأمونة.

ويساعد تفحص أهداف التنمية المستدامة من منظور الترابط على تحديد هذه الصلات، وإرشاد صانعي القرار على المسار الطويل المدى للتنمية المستدامة .وعلى الهيئات الإدارية أن تأخذ بالحسبان أوجه الاعتماد المتبادل بين أهداف التنمية المستدامة والقطاعات في صياغة الاستراتيجيات والسياسات، ويمكن لنهج الترابط القائم على المياه والطاقة والغذاء أن يفحص كيفية تأثير التقدم المحرز في بعض الغايات على غايات أخرى

4-2 المياه والتنمية وتغير المناخ :

تعتبر المياه أساسية للعديد من أهداف التنمية المستدامة. فهي أمر حيوي لإنتاج الغذاء ، وبالتالي لتحقيق الهدف 2 من أهداف التنمية المستدامة ، للقضاء على الجوع ؛ المياه الصالحة للشرب ضرورية لتحقيق الهدف 3 من أهداف التنمية المستدامة ، الصحة الجيدة والرفاهية ؛ ويدعو الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة إلى توفير المياه النظيفة والصرف الصحي للجميع. يهدد تغير المناخ إمدادات المياه من خلال ارتفاع درجات الحرارة ، وقصر مواسم الأمطار ، وتزايد حالات الجفاف ، وهطول الأمطار الشديد. وهذا له آثار على الأمن المائي وعلى جدوى الزراعة والثروة الحيوانية وتربية الأحياء المائية ، مع تأثيرات غير متناسبة على الفقراء والأكثر ضعفًا ، في الوقت نفسه ، تتطلب خدمات مياه الشرب والصرف الصحي والري الطاقة ، ومن المتوقع أن ينمو الطلب بشكل كبير في السنوات القادمة. غالبًا ما تستخدم أنظمة إمدادات المياه الطاقة بشكل غير فعال وكذلك مياه الصرف الصحي.

بدون تعزيز الأمن المائي ، لن تكون المناطق والبلدان قادرة على التكيف وإزالة الكربون والقدرة على الصمود مع تغير المناخ والضغوط والصدمات الأخرى. فتعزيز الأمن المائي مطلوب لتحقيق أهداف خفض الانبعاثات ، حيث تلعب المياه دورًا رئيسيًا في تحقيق تخفيضات الانبعاثات في القطاعات الأخرى ، مثل الطاقة والزراعة والغابات والنقل.

ومن أجل ذلك يجب أن تسعى الدولة لتعزيز الأمن المائي ، وإدارة المياه للتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من حدته ، وسد الفجوة في دورة انبعاثات المياه والطاقة وغازات الدفيئة من خلال:

- ضمان تخطيط البنية التحتية للمياه وتصميمها لمعالجة حالة عدم اليقين المتزايدة في ظل تغير المناخ .
- تحسين كفاءة الطاقة في قطاع المياه ، سواء بشكل مباشر أو من خلال معالجة تسرب المياه وتقليل الفاقد من المياه في الري ودمج مصادر الطاقة المتجددة في تقديم الخدمات .
- تصميم سلسلة خدمات صحية مرنة للحد من تسرب المياه الملوثة إلى البيئة المحيطة .
- تعزيز نهج الاقتصاد الدائري عن طريق الحد من فاقد المياه ؛ إدارة الطلب على المياه؛ استعادة والتقاط المصادر الثمينة مثل الغاز الحيوي والمغذيات والمعادن الثقيلة من معالجة مياه الصرف ؛ والتكيف مع إعادة استخدام النفايات السائلة المعالجة واستعادة الموارد .
- تشجيع التنويع المستدام لإمدادات المياه، وتعزيز ممارسات الإدارة الجيدة لمستجمعات المياه التي تحمي مصادر المياه من الجفاف المتزايد ومخاطر جودة المياه ، مع حماية أو إعادة تأهيل المناظر الطبيعية التي تعمل كمصارف للكربون في البيئة الطبيعية .
- زيادة وتحسين تخزين المياه من خلال البنية التحتية التقليدية لتخزين المياه السطحية لتعزيز توليد الطاقة الكهرومائية اللازمة لدفع انتقال الطاقة الخضراء، وتركيب الألواح الشمسية العائمة على خزانات التخزين، وتوسيع نطاق الحلول القائمة على الطبيعة .
- تعزيز آليات تخصيص المياه القابلة للتكيف والمرونة، والتي تساعد في بناء القدرة على الصمود في تقديم خدمات المياه من خلال إدارة إمدادات المياه المتغيرة بمرور الوقت وتوفير الحماية أثناء الفيضانات والجفاف .
- تصميم البنية التحتية المتعلقة بالمياه واتباع سياسات للحد و / أو تقليل انبعاثات غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون ، وخاصة غاز الميثان وأكسيد النيتروز .

- تسخير ابتكارات الطاقة المائية والتقنيات الرقمية والعمل على ضمان أن مسارات إزالة الكربون التي تختارها البلدان لا تضر بأهدافها المتعلقة بالأمن المائي، وأن المياه ليست عاملاً مقيدًا لتحقيقها.

4-3 عقبات تكامل الترابط والحلول :

أصبح نهج الرابطة WEF عامل تمكين ضروريًا لمواجهة تحديات الموارد وتحقيق التفويضات العالمية للبلدان على النحو المحدد في أهداف التنمية المستدامة والمساهمات المحددة وطنيًا. إن تنفيذ نهج الترابط ، أي اعتماد التخطيط المتكامل للموارد وإدارتها لهذه القطاعات الحيوية الثلاثة مع تقليل المخاطر البيئية ، سيمكن اقتصادات البلاد من التحول إلى اقتصادات خضراء ودائرية ومنخفضة الكربون، ويتماشى هذا التحول النموذجي في إدارة الموارد مع التزامات الدول بمعالجة التحديات المشتركة للمجتمع العالمي. وتشمل هذه تحقيق التنمية المستدامة والاستقرار وكذلك العمل وإقامة شراكات، كما أنه يتماشى مع هدف تحسين كفاءة الموارد ويساهم في تعزيز الموارد مع تعزيز التنمية الاقتصادية. علاوة على ذلك ، ستساهم في جهود البلدان لتقليل تعرضها لتغير المناخ وتعزيز جهود وخطط التكيف. ولذلك يجب على الحكومات تبني بعض السياسات كالتالي :

أولاً : سد فجوة العلوم والسياسات: يحتاج صانعوا السياسات إلى ضمان تكامل دورة السياسات WEF Nexus من خلال مجموعة من التدابير، والتي تشمل:

- سد الفجوة المعرفية لرابطة WEF Nexus على المستويين الوطني والإقليمي من خلال فهم وتقدير الروابط البينية بين المياه والطاقة والغذاء.
- تحديد وتحليل التفاعلات بين القطاعات والمفاضلات والمخاطر المرتبطة بـ WEF Nexus.
- تنفيذ التخطيط والإدارة المتكاملين اللذين يقللان من المفاضلات ويبني التآزر عبر القطاعات الثلاثة.
- اعتماد نهج الترابط بين المياه والطاقة والغذاء في تخطيط وإدارة هذه القطاعات الثلاثة لزيادة اتساق السياسات بين القطاعات وسياسات تغير المناخ لتوفير حلول متكاملة وتخفيف المخاطر المرتبطة بالترابط، ولتقليل مخاطر الإمداد في الثلاث قطاعات والقدرة على التحرك نحو مستويات أعلى من كفاءة الموارد والإنصاف والاستدامة.
- تشجيع البحث العلمي التعاوني والمنسق بين الدول لسد الفجوة المعرفية المرتبطة WEF Nexus. وإنشاء شبكة أبحاث مخصصة لتوصيف رابطة WEF Nexus، وتحديد الترابطات الحاسمة عبر القطاعات، وتحليل المفاضلات، والمخاطر، والتآزر الإداري المحتمل.

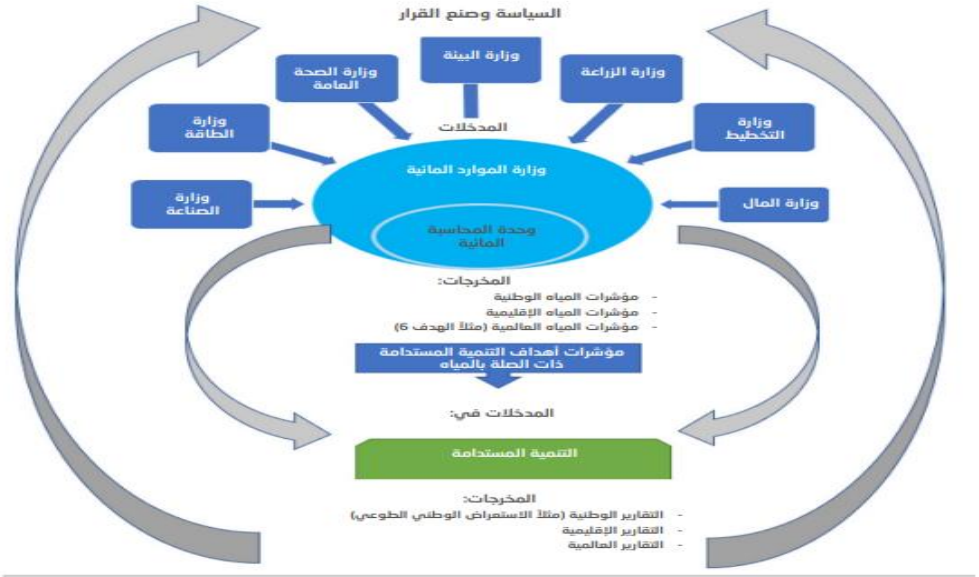
ثانياً : سد فجوة الإطار المؤسسي : في ظل نقص الموارد وتصاعد المخاطر والتهديدات المرتبطة بمخاطر تغير المناخ نجد أن آليات التنسيق والتعاون بين المؤسسات هي عوامل حيوية في اعتماد نهج الترابط المتكامل لإدارة الموارد. حيث إن الإطار المؤسسي الذي يحكم عناصر WEF Nexus هو اطار مجزأ يؤدي الى وجود نهج قطاعي لتخطيط السياسات، وبالتالي سياسات مجزأة ، فنجد غالباً في معظم البلدان عدة وزارات مرتبطة بشكل مباشر وغير مباشر، بطريقة أو بأخرى، بإدارة WEF Nexus. كما تم العثور على هذا التجزئة أيضا داخل القطاعات نفسها. ومثال على ذلك هو قطاع المياه في مصر، حيث تُحكم مختلف المصادر (المياه الجوفية، والمياه السطحية، وتحلية المياه، ومياه الصرف الصحي) والمستخدمين (البلدية، والزراعية، والصناعية) من قبل مؤسسات مختلفة بتنسيق محدود فيما بينها. وبالمثل، في قطاعي الغذاء والطاقة، هناك العديد من المنظمات التي ليس لديها آليات تنسيق مؤسسية فيما بينها. ومن ثم، فإن الإطار المؤسسي الذي يحكم عناصر WEF Nexus في مصر يحتاج إلى تعزيز الآليات من أجل نهج فعال لرابطة WEF Nexus. ومع ذلك، هناك بعض البلدان التي تقدم نماذج مختلفة "للمؤسسات المتكاملة". في بعض الحالات، تكون إحدى الهيئات مسؤولة عن قطاعين، بينما أنشأ البعض الآخر نوعًا من آليات التنسيق والتعاون بين قطاعات WEF Nexus.

وعليه يمكن تعزيز هياكل الحوكمة والمؤسسات وتقويتها من أجل إدارة أكثر فعالية وتكاملًا للموارد من خلال:

- تحليل الترتيبات المؤسسية الوطنية الحالية من أجل فهم أفضل لنقاط الضعف والفجوات التي تعيق تنفيذWEF Nexus

- تمكين وتقوية المؤسسات القائمة النشطة بالفعل في تطوير وتنفيذ الاستراتيجيات / السياسات المتعلقة بقطاعات WEF Nexus لتطوير استراتيجية وطنية شاملة مترابطة، ومن العناصر الرئيسية فيها تجانس البيانات ومشاركتها.
- تعزيز آليات التنسيق والتعاون بين المؤسسات لتعميم نهج WEF Nexus على المستويات المحلية والوطنية والإقليمية؛ هذا لا يتطلب بالضرورة إنشاء مؤسسات جديدة WEF Nexus .
- يمكن إنشاء منتدى لتبادل أفضل الممارسات بشأن حوكمة الرابطة WEF Nexus. سيكون هذا المنتدى منصة لتبادل وإنتاج أفضل الممارسات الدولية، بما في ذلك آليات التنسيق بين المؤسسات وتعميم سياسات الترابط في السياسات القطاعية وتجانس البيانات ومشاركتها.

فمصر على سبيل المثال قامت بانشاء وحدة للمحاسبة المائية(تابعة لوزارة الموارد المائية والري) تماشيا مع الخطة الوطنية للموارد المائية للفترة 2017–2037 .وستتم مواءمة هذه الوحدة مع الوحدات الوطنية لتوفير البيانات الإحصائية، وكذلك مع الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء. حيث تساعد المحاسبة المائية في التبليغ عن التنمية المستدامة، لا سيما أن المياه تربطّ بين جميع الأهداف على اختلافها وكما بالشكل (8) [35]وهو مقترح يوضح كيف يمكن أن تنفذ المحاسبة المائية من خلال نهج تكاملي ومشترك بين القطاعات، يشمل مختلف الجهات من المؤسسات المعنية بقطاع المياه. ويتطلب الإطار المقترح أن تحدد وزارة الموارد المائية أولوياتها من حيث المعلومات والبيانات والمؤشرات اللازمة التي يمكن مواءمتها مع نظام المحاسبة البيئية – الاقتصادية في مجال المياه . وحالما يتم تنفيذ هذا الإطار، سيكون من السهل الإبلاغ عن المؤشرات الإقليمية والعالمية، ورصد التقدم الذيً أحرزته الدوله ، فضلا عن وضع سياسات سليمة مشتركة بين مئات القطاعات، وتقليل الثغرات في البيانات إلى أدنى حد وبعبارة أخرى، تعمل وحدة المحاسبة المائية كمركز معلومات وطني لتوجيه عمليات صنع السياسات واتخاذ القرارات فيما يخص ادارة المياه، كما تشكل مركزاً قوياً للإبلاغ عن الشؤون المائية ورصدها بدءاً من المستوى المحلي ووصولاً إلى المستوى العالمي.



شكل (8) اطار مقترح لوحدات المحاسبة المائية

المصدر: الإسكوا (2020). تقرير المياه والتنمية الثامن: أهداف التنمية المستدامة المتعلقة بالمياه في المنطقة العربية

ثالثاً : سد فجوة القدرات :

يجب تصميم إدارة هذه الموارد الأساسية الحيوية بعناية لضمان أن تأمين أحد هذه الموارد الأولية لا يضر بالموارد الأخرى. لذلك ، يلزم وجود منصة متعددة لأصحاب المصلحة لتطوير واستكشاف الروابط والفرص بين العلم والسياسة والمجتمع. يتطلب فهم الروابط والتبعيات المعقدة لرابطة WEF ومن ثم القدرة على ترجمتها إلى حلول وأوجه التآزر زيادة

[35] تقرير المياه والتنمية الثامن: أهداف التنمية المستدامة المتعلقة بالمياه في المنطقة العربية، الاسكوا 2020

تفكير نظام الترابط وكفاءات حل المشكلات. علاوة على ذلك، فإن الضغوط الخارجية ومحركات العلاقة، مثل تغير المناخ والنمو السكاني والاضطرابات السياسية والظروف المحلية المحددة، من بين أمور أخرى ، تستدعي الحاجة الوشيكة لإنشاء برامج بناء القدرات وأنظمة إدارة المعرفة على جميع المستويات المعنية [36] .

لا يمكن إنشاء هذه المنصات إلا من خلال بناء القدرات على مستويات مختلفة، بما في ذلك المؤسسات والأكاديمية والقطاعات الخاصة، من الضروري بناء القدرات المشتركة بين القطاعات والتعاون مع المتخصصون الاكفاء في مجالات المياه والطاقة والغذاء/ الزراعة والمهنيين في هذه المجالات لتنمية قدراتهم.

علاوة على ذلك، لتحقيق هدف صنع السياسات المتكاملة، يجب أن تكون الفرق القائمة متعددة القطاعات مجهزة بأطر نوعية وكمية لفهم التحديات واستكشاف أوجه التآزر المحتملة لرابطة WEF Nexus.وفي هذا السياق، تتوفر العديد من أدوات دعم القرار لتوجيه السياسات القائمة على العلم وهي ذات قيمة في الاتصالات والمفاضلات عبر القطاعات. لذلك، من الضروري إنشاء هذه الكفاءات على المستوى الفردي وكذلك المؤسسي. يمكن تعزيز التفكير في نظام ترابط WEF Nexus وتعميم الترابط في السياسات القطاعية من خلال:

- تحديد الأدوات ومجموعات البيانات المناسبة للظروف والأهداف الخاصة بالمقياس (المحلي والوطني والإقليمي).
- تطبيق نتائج أدوات الترابط الشاملة ومجموعات البيانات الشاملة لتوجيه إدارة موارد المياه والطاقة والغذاء.
- إنشاء برامج تدريبية عبر مختلف القطاعات لبناء القدرات من أجل التحليلات وكذلك جوانب التفاوض لتنفيذ الحلول المترابطة على مستويات مختلفة.
- تطوير برامج بناء القدرات المؤسسية والفردية المحددة عبر القطاعات الثلاثة. يجب أن ينصب التركيز الرئيسي لهذه البرامج على خلق الكفاءات في الحوار وحل النزاعات، وإدارة البيانات وتحليلها، وفهم ترابط WEF Nexus على المستوى الفني ومستوى السياسات.
- إنشاء برامج بناء القدرات لنهج WEF المتكاملة للمهنيين وأصحاب المصلحة المعنيين، وتطوير أدوات محاكاة ديناميكية لتخطيط وإدارة الترابط على المستويين الوطني والإقليمي.

رابعاً : سد فجوة الاستثمار :

تلعب التكنولوجيا والابتكار، بقيادة القطاع الخاص والأسواق القائمة، دورًا حاسمًا في مواجهة تحديات المياه والطاقة والغذاء. بشكل عام، يمكن أن يؤدي إدخال تقنيات جديدة ومناسبة إلى تحسين كفاءة الموارد والإنتاجية في قطاعات المياه والطاقة والغذاء، والمساهمة في الأمن الجماعي والاستدامة. حيث يعد تنفيذ تقنيات لتقليل هدر الطعام وتعزيز كفاءة استخدام المياه مثالاً على التآزر الواضح بين القطاعات. إنه يوضح كيف يمكن أن يؤدي تحسين الكفاءة في أحد القطاعات إلى استهلاك أقل في القطاعات الأخرى. ومع ذلك، فإن الحلول التكنولوجية والمبتكرة داخل رابطة WEF Nexus، حيث يتم دمج مكونين أو ثلاثة من مكونات الرابطة كمدخلات لبعضها البعض، لا تعزز كفاءة الموارد فحسب، بل تعمل أيضًا على توسيع قاعدة الموارد الطبيعية المتاحة. وبالتالي، فهم يساهمون بشكل أكبر في استدامة وأمن القطاعات.

لا تزال الحلول التكنولوجية والمبتكرة للرابطة في مراحلها الأولى من التطور، أن إمكانات وفوائد التكنولوجيا والابتكار يتم تسخيرها بالكامل ضمن رابطة WEF Nexus، وبالتالي يجب تمويلها وتوسيع نطاقها وتكرارها.

ولتعزيز دور الابتكار التكنولوجي وتحفيز القطاع الخاص على تولي المشروعات المترابطة WEF Nexus، فإن التدابير التالية ضرورية:

- التشجيع على توسيع نطاق وتكرار المشاريع الجارية ذات الصلة WEF Nexus .

[36] Mohtar, R. H., & Daher, B. (2016). Water-energy-food nexus framework for facilitating multi-stakeholder dialogue. *Water International*, *41*(5), 655-661.

- صياغة السياسات والتشريعات لتحفيز القطاع الخاص على تنفيذ واعتماد مشاريع التكنولوجيا المبتكرة المترابطة ودعم وتقديم الحوافز للشراكات الاستراتيجية والتعاون بين مراكز البحث والقطاع الخاص.
- بناء القدرات لصانعي السياسات وإضفاء الطابع المؤسسي على أنظمة إدارة المعرفة الإقليمية لتبادل أفضل الممارسات في WEF Nexus .
- إنشاء قاعدة معرفية مبتكرة مرتبطة بـ WEF Nexus من خلال تشجيع البحث والتطوير التطبيقي التعاوني والمركّز.ويمكن تحقيق ذلك من خلال تشكيل فرق بحثية دولية لتعزيز عمليات نقل التكنولوجيا وإطلاق الحوافز للتحالفات المحتملة بين القطاع الخاص والأوساط الأكاديمية لتعزيز الابتكار والمشاريع التكنولوجية المرتبطة بـ WEF Nexus.

أكدت الدراسات والابحاث على اهتمامات WEF Nexus ذات الأولوية للدول العربية ، والتي تشمل تحلية المياه بالطاقة الشمسية ، واستخدام الطاقة الشمسية لمعالجة وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي ، وأنظمة الري التي تعمل بالطاقة الشمسية ، وإعادة التفكير في نهج الاكتفاء الذاتي الغذائي والزراعة البحرية. الاستثمار لضمان الأمن الغذائي والحفاظ على الموارد المائية الشحيحة.

وتمارس بعض البلدان في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وكذلك بعض الدول العربية ومصر بالفعل نهج Nexus إلى حد ما، وهناك بعض الأمثلة الجيدة على اعتماد الحلول المبتكرة داخل Nexus علي سبيل المثال كما هو موضح بالمبحث التالي وتوضح هذه الحالات الإمكانات والفوائد التي يمكن فتحها إذا تم تسخير التكنولوجيا والابتكار بشكل كامل داخل WEF Nexus .

المبحث الرابع: دراسة حالة لتجارب دول الشرق الاوسط وشمال افريقيا بتطبيق نهج الترابط :

باعتبار WEF Nexus نهجًا متعدد القطاعات ومتعدد المستويات يستخدم للتعامل مع تحديات الاستدامة المعقدة، توفر الرابطة نهجًا يهدف إلى خلق ساحة متكافئة لجميع القطاعات مع تحقيق الاستدامة في نفس الوقت (على النحو المحدد في أهداف التنمية المستدامة) كهدف شامل. ومع ذلك، فإن كيفية تفعيل هذا الهدف وتحقيقه يعتمد على الحالة المحددة والجهات الفاعلة المعنية. علاوة على ذلك معالجة الاقتصادات السياسية وعدم التناسق في قوة العلاقة للفاعلين المعنيين وأصحاب المصلحة وتمكينهم من فهم ومعالجة القضايا المعقدة بشكل أفضل.

و انطلاقًا من هذا الفهم لنهج الترابط ، يمكن تحليل ودراسة بعض الحالات العملية للوصول لإرشادات لتنفيذ الترابط في المستقبل. ويمكن توضيح اطار التحليل والدراسة كالآتي :

1) تحديد وفهم اطار الحالة المطروحة فهمًا محددًا للسياق للقضايا الرئيسية من منظور الترابط ، واكتشاف الروابط بين مختلف القطاعات والموارد ، وتشمل أوجه التآزر والمفاضلات التي يمكن أن تكون ذات صلة بدراسة الحالة .

2) تحديد فرص تطبيق Nexus وكيف يمكن لنهج الترابط أن يضيف قيمة في السياق المعني ، على سبيل المثال ، تحسين إنتاجية الموارد ، والحد من تدهور الموارد والبيئة ، وزيادة المرونة المناخية ، والحد من انعدام الأمن البشري / الفقر / البطالة.

3) تقيِم الفوائد المحتملة من تنفيذ نهج الترابط في دراسة الحالة .

4) أصحاب المصلحة المعنيين: يتم تحديد الأنواع والمستويات المختلفة لأصحاب المصلحة المشاركين في دراسة الحالة ، على سبيل المثال، من القطاعين العام والخاص والمجتمع المدني، وأدوار كل منهم، وما هو مطلوب لإنجاحها .

5) شروط تطبيق نهج الترابط : نتناول الظروف وعوامل السياق (الحلول التقنية، الحلول السياسية، مزيج من التدابير) النطاق والمستوى (على سبيل المثال، مستوى المزرعة، على مستوى المجتمع، المستوى الوطني، إلخ) والتنفيذ الفعلي لـ

نهج الترابط. ويهدف أيضًا إلى الإجابة على أسئلة مثل: كيف يمكن إضفاء الطابع المؤسسي على نهج الترابط، أي كيف يمكن أخذ الخبرة المكتسبة من التنفيذ العملي في الاعتبار في صنع السياسات والقرارات ؟.

6) المراقبة والتقييم : تحديد المؤشرات والبيانات المطلوبة للرصد والتقييم (M&E)لتنفيذ نهج الترابط. ولتقييم ومقارنة دراسات حالة مختارة لمشاريع تم تنفيذها في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا كل منها يتضمن روابط عبر قطاعات المياه والطاقة والغذاء / الزراعة .

تبدأ حالات الدراسة من زوايا مختلفة وأهداف مختلفة، وتغطي نطاقات مختلفة، ومع ذلك، فإنهم يقدمون معًا مجموعة غنية من الأفكار الجديدة والدروس القيمة لتصميم مشاريع الترابط المستقبلية والحوكمة المتكاملة وتقدم نظرة عامة قيّمة للنُهج المتكاملة على أرض الواقع .ونوضح الدراسات محل الاطلاع والتحليل كالآتي :

أولاً: تجربة المغرب في مشاريع الري بالتنقيط وضخ المياه بالطاقة الشمسية للري .

ثانياً : تجربة الاردن في تحلية المياه بالطاقة الشمسية واستخدام المياه المحلاة لإنتاج الكتلة الحيوية ، الإدارة المتكاملة للمياه والأراضي والطاقة على مستوى البلديات .

6-1 : دراسة حالة المغرب :

في المغرب ، يستهلك القطاع الزراعي ، وهو قوة دافعة رئيسية للاقتصاد الوطني ، أكثر من 80٪ من جميع الموارد المائية. تتفاقم ندرة المياه الشديدة بسبب آثار تغير المناخ وتتزايد المنافسة بين الاستخدامات المختلفة للمياه، فإلى جانب الزراعة، يستمر تزايد الطلب على المياه للصناعة والسياحة والطاقة المائية (7 % من إنتاج الطاقة الوطني) ومياه الشرب البلدية. يتزايد الطلب على الطاقة في الزراعة (على سبيل المثال، لضخ المياه) وفي القطاعات الأخرى بشكل سريع ولا يزال يتم تلبيته بشكل أساسي من خلال الموارد الأحفورية، التي يعتبر المغرب مستورداً صافياً لها ، ويعد ترشيد استخدام المياه والطاقة أمرًا بالغ الأهمية لتطوير القطاع الزراعي وتحسين دخل المزارعين وضمان الأمن الغذائي. نعرض هنا التجربة من حالتين فرعيتين مختلفتين حيث تم إدخال الري بالتنقيط وحالة أخرى تم إدخال الطاقة الشمسية لضخ المياه.

6-1-1 الري بالتنقيط في المغرب :

- اطار Nexus : يمكن أن يؤدي استخدام الري بالتنقيط إلى زيادة كفاءة استخدام المياه والطاقة في الزراعة (نفس الكمية من إنتاج الغذاء باستخدام كمية أقل من المياه وتتطلب طاقة أقل للضخ). في ظل ظروف معينة ، يمكن أن يؤدي ذلك إلى تقليل الاستهلاك الكلي للزراعة للمياه والطاقة. ومع ذلك ، فإن ارتفاع كفاءة المياه والطاقة من الري بالتنقيط يمكن أن يحفز المزارعين على ذلك تكثيف إنتاجها ، وتوسيع المساحات المروية واعتماد المزيد من المحاصيل التي تستهلك كميات كبيرة من المياه (تأثير الارتداد). من خلال تقليل الاستخدام الزائد للمياه ، يقلل الري بالتنقيط أيضًا من عودة تدفق المياه إلى طبقات المياه الجوفية المتاحة للمستخدمين الآخرين.
- تعني هذه التأثيرات أنه على الرغم من وفورات المياه ، فإن الضغط على موارد المياه على مستوى الحوض أو المستوى الوطني يمكن أن يظل مرتفعًا أو حتى يزيد. علاوة على ذلك ، ليس من الواضح ما إذا كان جميع المزارعين يستفيدون على قدم المساواة من التكنولوجيا الجديدة وما إذا كان يمكن الحد من عدم المساواة.
- فرص Nexus : يمكن أن تؤدي زيادة كفاءة المياه والطاقة إلى تحسين الإنتاجية الزراعية والأمن الغذائي من حيث المبدأ، يمكن تحقيق فوائد مشتركة إضافية، لكن هذا يعتمد على زيادة كفاءة المياه والطاقة مما يؤدي إلى انخفاض الاستهلاك الكلي. قد تشمل هذه الفوائد المشتركة تحسين التدفقات البيئية ، وتعزيز المرونة المناخية، والتخفيف من حدة تغير المناخ ، وتخفيف النزاعات المرتبطة بالمياه (والطاقة) وغيرها من فرص الترابط على مستوى الاقتصاد ، على سبيل المثال، إعادة تخصيص المياه لقطاعات أخرى.

- حلول Nexus الفنية والاقتصادية : يمكن أن يؤدي تحديث الري من خلال إدخال الري بالتنقيط المضغوط إلى زيادة كفاءة استخدام المياه والطاقة. ومع ذلك، يجب أن تكون حلول الترابط التقنية هذه مصحوبة بسياسات فعالة وإجراءات تنظيمية ومؤسسية من أجل تقليل الاستهلاك الكلي للمياه والطاقة.
- أصحاب المصلحة المشاركون : المجتمع المدني – المزارعون المحليون وأصحاب الأراضي الخاصة وأصحاب المصلحة الآخرون والمنظمات غير الحكومية. المؤسسات العامة – مكتب المغرب للتنمية الفلاحية (Office de Mise en Valeur Agricole)، وكالات أحواض الأنهار (المسؤولة عن توزيع المياه بين القطاعات)، مصادر الإعانات العامة، صانعي السياسات في الزراعة، والمياه .

المؤسسات من مختلف القطاعات (مثل المياه والزراعة والطاقة) والمستويات المختلفة (على سبيل المثال، الوطنية والإقليمية والمحلية) ليس لديها بالضرورة أهداف سياسية متسقة والتنسيق فيما بينها يستغرق وقتًا. واتضح من دراسة الحالة أن محاولات دمج وزارات مختلفة (مثل المياه والطاقة والبيئة) لم تكن ناجحة جدا .

- شروط تطبيق اطار الترابط :
  - تشجيع حكومة المغرب، وذلك من خلال (Plan Vert من أجل زراعة خضراء حديثة ومناصرة للفقراء) أو البرنامج الوطني لعلم الري بالتنقيط، مع استثمارات محددة في مشاريع الري وكذلك الإعانات العامة .
  - هناك حاجة إلى تشريعات وسياسات ومؤسسات ولوائح فعالة لضمان ترجمة الكفاءات المتزايدة إلى وفورات حقيقية في المياه والطاقة بدلاً من أن تؤدي إلى الإفراط في الاستخدام وتأثيرات الارتداد. وتشمل هذه الشروط الإطارية أيضًا تنظيم استخراج المياه، والحد من عدد الآبار الجديدة، ومراجعة أنظمة التسعير والإعانات.
  - في حالة عدم وجود مثل هذه التدابير، فإن الري بالتنقيط قد يجعل المشاكل القائمة أسوأ.
  - يجب توسيع نطاق نقل المعرفة من التطبيقات الحالية والمساعدة الفنية للمزارعين وتكثيفها .
- المراقبة والتقييم : يجب مراقبة وتقييم تأثيرات تنفيذ تقنيات الري بالتنقيط الجديدة بشكل منهجي (أي من منظور الترابط) ، والتأثيرات المحتملة لتوسيع النطاق، على سبيل المثال، على مستويات المياه الجوفية، تحتاج إلى نمذجة والنتائج والدروس المستفادة يجب أن تكون للمزارعين وصانعي القرار والسياسات لتحسين التنفيذ وتأطيرها في التشريعات واللوائح. ومثل هذا الحوار يجب أن يشمل الممارسين وصانعي السياسات والعلماء من الجامعات ومراكز الفكر حيث يجب ألا تقتصر المراقبة على تحسينات الكفاءة المحلية واسترداد الرسوم من المستخدمين فقط .

6-1-2 : الري بالطاقة الشمسية على مستوى المزرعة في مراكش في المغرب:

- اطار Nexus : الري محدود (إلى جانب ندرة المياه) بسبب ارتفاع الطلب على الطاقة والتكلفة المصاحبة. إن استبدال الوقود الأحفوري بالطاقة الشمسية لضخ مياه الري يمكن أن يقلل التكاليف والاعتماد على الواردات الوطنية للطاقة الأحفورية. ومع ذلك ، نظرًا لوفرة الطاقة الشمسية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، فإن نقص تكلفة تشغيل المضخات قد يتسبب في الاستغلال المفرط للمياه الجوفية، بسبب التصور القائل بأن "الضخ مجاني".
- فرص Nexus :يوفر الضخ بالطاقة الشمسية إمدادات المياه الزراعية الذكية للطاقة والمناخ ويدعم تحول نظام الطاقة إلى مصادر الطاقة المتجددة. وبهذا يساهم في التخفيف من آثار تغير المناخ ويمكن أن يقلل تكلفة الري ويحسن دخل المزارعين.
- حلول Nexus الفنية والاقتصادية : يؤدي التحول من أنظمة الري التي تعتمد على الطاقة الأحفورية إلى الطاقة الشمسية ، مثل أشجار الفاكهة والزيتون والتمر والمحاصيل الأخرى، إلى زيادة الإنتاجية(بسبب تحسين توافر الطاقة) وتقليل مدخلات الطاقة الأحفورية في القطاع الزراعي .

- أصحاب المصلحة المشاركون : يستهدف الري الذي يعمل بالطاقة الشمسية صغار ومتوسطي وكبار المزارعين ، وتشمل الجهات المعنية الأخرى التعاونيات، ومجموعة المصالح الاقتصادية (GIE، ووزارات الزراعة، والطاقة والتمويل، و Credit Agricole لخطة الإعانات)، وسلطات المياه المحلية والوطنية (المسؤولة عن البرنامج الوطني لاقتصاد الري). كما تشارك مؤسسات التدريب المهني وموردو التكنولوجيا.
- شروط الإطار : تنص خطة " "Plan Vert المغربية (من أجل زراعة خضراء حديثة ومناصرة للفقراء) على الانتقال إلى الاقتصاد الأخضر، والإلغاء التدريجي لدعم الوقود الأحفوري. ويعتبر الري بالطاقة الشمسية أحد العناصر الرئيسية لهذا التحول، والذي تم التخطيط له على مساحة 100000 هكتار من خلال مخطط دعم موجه. ومن المتوقع أن تعود هذه الإعانات بالفائدة المباشرة على المزارعين في الإنتاج النباتي وأن تعود بالفائدة غير المباشرة على المجتمع بأسره من خلال تحسين الأمن الغذائي و (بشكل مثالي) توافر المياه وخفض انبعاثات غازات الدفيئة. يساهم الري الذي يعمل بالطاقة الشمسية في مجموعة واسعة من أهداف التنمية المستدامة وكذلك في أهداف التخفيف والتكيف الخاصة بالمساهمات المحددة وطنيًا.
- المراقبة والتقييم : تم وضع خطط القروض وخطط الدعم بالإضافة إلى قواعد إدارة المياه لمصادر الطاقة المتجددة والري بالطاقة الشمسية ، ويجب اعتماد الإعانات ومعدلات الضخ المستدامة وإنفاذها من قبل الحكومه، على سبيل المثال، من خلال عقود الإدارة مع المسخدمين .

6-2 دراسة حالة الاردن :

يعتبر الأردن من أكثر البلدان التي تعاني من ندرة المياه في العالم ويتفاقم الوضع بشكل متزايد بسبب النمو السكاني وتغير المناخ والوضع الجيوسياسي في المنطقة. تعتمد البلاد بشكل كبير على المياه الجوفية (الأحفورية) التي يتم استنفادها بشكل متزايد. الإنتاج الزراعي، وهو مصدر مهم لسبل العيش والعمالة في المناطق الريفية، محدود بشدة بسبب ندرة المياه وتدهور الأراضي والنظم الإيكولوجية ظاهرة واسعة الانتشار. يقلل الزحف الحضري من توافر الأراضي الصالحة للزراعة.

من المتوقع أن تتكمش المساحات المروية والبعلية بنحو 30٪ بحلول عام 2050 مقارنة بعام 2010[37]. تتعرض جودة المياه لتهديد متزايد بسبب التصريف الصناعي والمنزلي لمياه الصرف الصحي غير المعالجة. علاوة على ذلك، فإن الطلب على الطاقة ينمو بسرعة ويعتمد قطاع الطاقة في الأردن بشدة على الاستيراد، مما أدى إلى ارتفاع تكاليف الطاقة. إن تحلية المياه لتلبية متطلبات مياه الشرب والري ولتقليل الفجوة المتزايدة بين العرض والطلب هي عملية كثيفة الاستخدام للطاقة ، وبالتالي فهي تتنافس مع متطلبات الطاقة الأخرى .

6-2-1 مشروع محطة الاردن sahara forest project في العقبة ، الأردن :

- اطار Nexus : يؤدي التحول إلى الطاقة المتجددة (خاصة الطاقة الشمسية) إلى تقليل الاعتماد على واردات الوقود الأحفوري وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وهو أمر بالغ الأهمية للتخفيف من تغير المناخ. يمكن أن يؤدي استخدام الطاقة المتجددة لتحلية مياه البحر وتبريد الصوبات الزراعية في أنظمة الإنتاج المتكاملة إلى تعزيز توافر المياه وزيادة إنتاجية المحاصيل وتوليد منتجات مشتركة ومزايا مشتركة (على سبيل المثال، الطحالب والأسماك وترميم الأراضي الجافة وتخضير الصحراء).

[37] AL-BAKRI, Jawad Taleb, et al.(2013) Impact of climate and use changes on water and food security in Jordan: Implications for transcending “the tragedy of the commons”. *Sustainability*, 5.2: 724-748.

- فرص Nexus : يستخدم نظام الإنتاج المتكامل لمشروع Sahara Forest الموارد الطبيعية المتاحة بشكل كبير، وهي الطاقة الشمسية ومياه البحر لتحسين توافر المياه والإنتاج الزراعي / الكتلة الحيوية، وبهذه الطريقة يوفر فرص عمل جديدة. باستخدام نظام الزراعة المائية والرطوبة في الهواء، تكون الاحتياجات المائية لإنتاج الغذاء أقل بنسبة 50٪ مقارنة بالبيوت البلاستيكية الأخرى.
- حلول Nexus الفنية والاقتصادية : يتم الجمع بين العديد من التقنيات الرئيسية في مشروع غابة الصحراء، وهي إنتاج الكهرباء من خلال استخدام الطاقة الشمسية (PV أو CSP)، وإنتاج المياه العذبة من خلال تحلية مياه البحر باستخدام الطاقة المتجددة، والصوبات الزراعية المبردة بمياه البحر لإنتاج الغذاء، بالإضافة إلى عزل غاز ثان أكسيد الكربون من خلال إسترجاع الغطاء النباتي في الأراضي الصحراوية .
- أصحاب المصلحة المشاركون : أصحاب المصلحة الرئيسيون الذين يستفيدون من نظام الإنتاج المتكامل هذا هم من قطاع المياه الذي يتطلب بشكل عاجل زيادة مياه الري (وغيرها)، وكذلك من القطاع الزراعي، الذي يعتمد على المياه المحلاة الإضافية للحفاظ على الإنتاج الزراعي وزيادته. يشمل المشروع أيضًا شركاء من القطاعين العام والخاص من الأردن والخارج، مع مشاركة قليلة من المجتمع المدني حتى الآن.
- شروط الإطار : تم تنفيذ مشروع غابات الصحراء على نطاق تجريبي، بما في ذلك المشروع التجريبي الأول بمساحة هكتار واحد وبيت تجريبي واحد في قطر و "محطة إطلاق" أكبر بمساحة ثلاثة هكتارات ودفيئتين في الأردن). تم تمويل هذه المشاريع التجريبية من قبل المنظمات الدولية مثل وزارة المناخ والبيئة النرويجية ووزارة الخارجية النرويجية والاتحاد الأوروبي. المواءمة مع السياسات والمؤسسات والتمويل الوطني بالإضافة إلى توسيع نطاق المشروع قيد التنفيذ أو التخطيط.
- المراقبة والتقييم : يتطلب التخطيط والاستثمارات متعددة القطاعات اللازمة لتوسيع نطاق المشروع التعاون بين قطاعات المياه والزراعة والطاقة ومشاركة نشطة من الجهات الفاعلة المحلية والشركات الخاصة والمستثمرين. يتم حالياً إنشاء آليات التعاون والمشاركة هذه في الأردن. بالنظر إلى التركيز على القيمة الاقتصادية للمشروع، تعتبر الشراكات بين القطاعين العام والخاص نموذج الأعمال والحوكمة المناسب ، عندما يتم تطوير المشروع.
- تتضمن سيناريوهات الارتقاء (استخدام مياه البحر بشكل أساسي في المناطق المنخفضة القريبة من البحر، لتجنب الضخ كثيف الطاقة) 50 ميجاوات من الطاقة الشمسية المركزة ، و 50 هكتارًا من البيوت البلاستيكية ، والتي ستنتج 34000 طن من الخضروات سنويًا، وتوظف أكثر من 800 شخص، وتفصل أكثر من 8000 طن من ثاني أكسيد الكربون سنويًا .

6-2-2 دراسة : منطقة تنمية مركزية إيكولوجيا متكاملة باللجون، على مستوى البلديات، محافظة الكرك، الأردن (مشروع مينا ريت) :

- تأطير Nexus : تؤدي زيادة ندرة المياه وتدهور جودة المياه وارتفاع تكاليف الطاقة (واردات الطاقة الأحفورية) إلى تقييد الزراعة ، مما يساهم في زيادة الاعتماد على الواردات الغذائية. وتجعل حلول المياه غير التقليدية (تحلية المياه، وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي، ونقل المياه) هذا القطاع أكثر كثافة في استخدام الطاقة .
- فرص Nexus : توفر مصادر الطاقة المتجددة طاقة أرخص وذكية مناخياً. يمكن لإعادة التدوير عبر القطاعات أن يقلل الضغط على الموارد الطبيعية ويخفف من ندرة المياه، كما أن إعادة تدوير المغذيات يوفر الطاقة (مطلوب أسمدة صناعية أقل استهلاكًا للطاقة).
- يمكن لنظم استخدام الأراضي المتكاملة وتخضير المناطق البلدية أن تجعل الأراضي أكثر إنتاجية ، وتعكس اتجاه تدهور الأراضي، واستعادة النظم البيئية، وتحسين جودة الحياة. يمكن للبلديات التي تستخدم نهج الترابط بين الماء

والطاقة والمناخ أن تزيد من إنتاجيتها الإجمالية لمواردها، وتخلق فرص عمل إضافية، وتعزز التنمية الاقتصادية، وتعزز رفاهية الإنسان.

- حلول Nexus الفنية والاقتصادية : تتم معالجة المياه العادمة وإعادة تدويرها لري المحاصيل ونباتات المشتل والأشجار (بما في ذلك الأراضي الرطبة ونباتات القصب في الوادي)؛ تستخدم المحاصيل أيضًا كعلف للماشية، وإعادة تدوير المخلفات الزراعية / النباتية / المغذيات، على سبيل المثال، من خلال مرفق التسميد يحسن إنتاج الكتلة الحيوية؛ توفر محطة طاقة شمسية بقدرة 3 ميجاوات طاقة محلية (للمشاتل مثلاً) وتغذي الطاقة الزائدة في الشبكة العامة (تم تعديل التشريعات، على سبيل المثال، تعريفة التغذية)؛ إعادة تأهيل الأراضي من خلال الحلول القائمة على النظام الإيكولوجي، على سبيل المثال، التخضير على طول الطرق والمتنزهات وفي الوادي (أيضًا للترفيه) باستخدام نباتات من المشتل المحلي، يحسن إنتاجية الأرض الإجمالية؛ يتم إعادة زراعة النباتات المحلية للأغراض العلفية والعطرية والطبية والزينة (بما في ذلك بنوك البذور)، ويستخدم القصب الذي يزرع في الوادي كمواد بناء في القرية.
- أصحاب المصلحة المشاركون : بلدية الكرك هي مؤسسة مستقلة تتعاون مع العديد من الشركاء في هذا المشروع، على سبيل المثال ، العائلات والمجتمعات المحلية التي يوفر المشروع وظائف إضافية لها. يقوم المزارعون بإحضار مخلفاتهم والحصول على السماد العضوي واستخدام المياه العادمة المعالجة. تشمل المؤسسات العامة الإدارة المحلية ومستوى المحافظات والإدارة الوطنية، والتي تنسق وتتعاون عبر القطاعات والمقاييس، على سبيل المثال، لجميع الموافقات المطلوبة من السلطات والوزارات (وزارات التخطيط والشؤون البلدية والمياه والطاقة والزراعة والطاقة)، ويشمل الشركاء الآخرون الجمعية العلمية الملكية (تجري دراسات لتحديد أنسب أنواع النباتات المحلية) والجامعات (على سبيل المثال، جامعة مؤتة التي تجري أيضًا دراسات في المشروع) والممولين.
- النهج المتكاملة والخبرة المكتسبة تدعم التحولات المستدامة خارج نطاق البلدية، على سبيل المثال، التخطيط الاستراتيجي للوزارات الوطنية. يشارك القطاع الخاص، على سبيل المثال، من خلال عقود إعادة استخدام مياه الصرف الصحي التي وقعها المشروع مع المجمع الصناعي المجاور، وكذلك مشروع الطاقة الشمسية المشترك مع شركة الكهرباء. المنتجات من اللجون تنافسية اقتصاديًا في السياق المحلي وللشركاء المحليين.
- شروط الإطار :

- تشجع السياسات والتشريعات في الأردن، مثل خطة عمل الطاقة المستدامة والمناخ ومشاركة القطاع الخاص واستثماراته في تقنيات مثل الخلايا الكهروضوئية على جميع المستويات كما تم جذب الاستثمار الخاص (على سبيل المثال، من خلال مخططات التصميم والبناء والتشغيل والنقل).
- تساعد المجتمعات المحلية والمنظمات غير الحكومية أو منظمات حماية المستهلك البلدية على تطوير وتمويل أنشطة إضافية وتعزيز إعادة التدوير واستخدام المنتجات المحلية. بلدية الكرك هي أيضًا عضو في ميثاق رؤساء البلديات للطاقة والمناخ الذي يعزز تدابير كفاءة الطاقة والحلول المتكاملة / المترابطة بشكل غير مباشر. ويتم إشراك أصحاب المصلحة من التخطيط إلى التنفيذ على طول الطريق إلى الرصد والتقييم.

- المراقبة والتقييم : تم التعاون مع المجتمعات / المجتمعات المحلية والجامعات (جامعة مؤتة) ومؤسسات أخرى. يتم تعزيز التعلم والنقل والارتقاء بالمستوى من خلال ورش العمل والاجتماعات والاتفاقيات وما إلى ذلك، وزيادة الوعي حول حماية البيئة والاستخدام المستدام للموارد الطبيعية. كما يعمل المشروع على تحسين القدرات الفنية داخل إدارة البلدية لإدارة الموارد الطبيعية.

3-6 تحليل دراسات الحالة والدروس المستفادة :

تتناول جميع دراسات الحالة عبر القطاعات المعروضة أعلاه المشاكل المتزايدة لندرة الموارد وتنافس استخدام الموارد على المستويين المحلي والوطني. في سياق ندرة المياه الشديدة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، فليس من المستغرب أن تظهر المياه بشكل مركزي في جميع دراسات الحالة، من حيث الحاجة لزيادة توافر المياه، أو تقليل الطلب، أو زيادة كفاءة استخدام المياه، على سبيل المثال، عن طريق تحلية المياه ، أو إعادة تدوير المياه العادمة أو إدخال الري بالتنقيط وخفض تكاليف الضخ، مع آثار غير مباشرة على استخدام الطاقة والإنتاج الزراعي .

كما تعالج الحالات في الأردن ندرة الأراضي الصالحة للزراعة، عن طريق الحد من تدهور الأراضي وزيادة إنتاجية الأراضي وإعادة تأهيل النظم البيئية.

كما تستثمر جميع دراسات الحالة بقوة في الطاقة المتجددة (لا سيما الطاقة الشمسية)، مما يعكس الاتجاه الرئيسي لتحولات الطاقة نحو مصادر الطاقة المتجددة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا ، وبالتالي تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري وتقليل انبعاثات غازات الدفيئة. ومن ثم، فإن دراسات الحالة تسلط الضوء على الحلول لندرة المياه والأراضي والزراعة ، والتي ترتبط في الغالب ارتباطًا وثيقًا بقطاع الطاقة وهو مايلزم معه اتباع نهج الترابط .

تسلط التجارب المعروضة أعلاه الضوء على الحاجة إلى الذهاب إلى أبعد من التركيز التكنولوجي لعمليات التنفيذ المترابطة وتوفير السياسات واللوائح التكميلية. بل يجب أن تأخذ أيضًا في الاعتبار الجانب المؤسسي والاجتماعي – الاقتصادي، ولا سيما أهداف الحد من الفقر وجوانب إمكانية الوصول إلى التقنيات لصغار المزارعين (التنفيذ المتكامل لأهداف التنمية المستدامة الذي يعالج في نفس الوقت أهداف البيئة والتنمية).

تتخذ معظم دراسات الحالة المقدمة نهجًا تصاعديًا، يبدأ من الحلول الصغيرة (مثل الري بالطاقة الشمسية والري بالتنقيط). وتعمل هذه الحلول على مستوى المزارع أو المجتمعات الفردية (على سبيل المثال، إعادة تدوير مياه الصرف الصحي وإنتاج الكتلة الحيوية) ومن خلال الشراكات العامة والخاصة (على سبيل المثال، تحلية المياه وإعادة تأهيل الأراضي). ومع ذلك، في حين أن هذه الحالات من الأسفل إلى الأعلى لديها إمكانية عالية من حيث المبدأ للنقل والارتقاء، إلا أن حالة واحدة فقط – دراسة الحالة في الري بالطاقة الشمسية – انتقلت بالفعل إلى نطاق أوسع.

إلى جانب الدعم السياسي القوي وأوجه التآزر مع السياسات / البرامج الجارية والرصد المناسب يعتمد النقل والارتقاء على قدرة المزارعين أو المجتمعات على الاستثمار. علاوة على ذلك ، يواجه المزارعون – ولا سيما صغار المزارعين – حواجز إدارية (على سبيل المثال ، المزارعون ليس لديهم تصاريح لحفر الآبار) ، أو حواجز مؤسسية (على سبيل المثال ، المزارعون ليس لديهم ملكية خاصة للأراضي ، وما إلى ذلك) ، أو حواجز فنية (على سبيل المثال ، المزارع صغيرة جدًا بحيث لا تجعل الاستثمار مربحًا). ويمكن لمزيج من الأموال العامة (الإعانات والائتمان بدون فوائد) و / أو الاستثمار الخاص أن يعزز التكنولوجيات الجديدة والنهج المتكاملة ، كما يمكن لصغار المزارعين المتعاونين على تبني أنظمة متكاملة مشتركة. يعتمد التوسع بشكل أكبر على نقل المعرفة وتنمية المهارات [38].

كما يمكن ملاحظة أن الجدوى الاقتصادية قد يكون لها تأثير ملحوظ على نقل المعرفة واستيعابها: فقد قام المزارعون الرواد بتمويل وتشغيل أنظمة الري بالطاقة الشمسية بأنفسهم. وخلقت تجاربهم طلبًا من قبل المزارعين الآخرين.

دعا هذا الطلب المتراكم الحكومة إلى اتخاذ إجراءات لدعم الاستثمار في الري الذي يعمل بالطاقة الشمسية، بما في ذلك الإعانات الموجهة. وبالتالي تظل رؤية نظام يعمل في المزارع المجاورة مقنعة للغاية، مما يبرز الحاجة إلى مشاريع تجريبية وجولات دراسية وأشكال أخرى من المعرفة يتم فيها عرض الحلول المتكاملة والدروس المستفادة للمزارعين ورجال الأعمال وصانعي السياسات للاستفادة منها.

[38] منظمة الأغذية والزراعة ، 2018

الملخص :

في العقود الأخيرة، أظهرت التوقعات العالمية أن الطلب على المياه العذبة والطاقة والغذاء قد تأثر بالنمو السكاني والتنمية الاقتصادية والتجارة الدولية وزيادة التحضر والتنوع الغذائي.

إنّ الإدارة المجزّأة والقطاعية الفرعية للمياه لم تعد مقبولة في ظلّ تسارع الطلب على المياه. حيث يمكن للسياسات أن يكون لها آثار إيجابية جدا على قطاعات معينة بينما تخلق مشاكل لقطاعات أخرى. ولذلك، فإن العمل على أن تكون السياسة متعددة الأبعاد يمكن أن يوفر رؤى حاسمة لفرص تحقيق أهداف محددة في وقت واحد، فعلى سبيل المثال يجب أن تكون السياسة الزراعية حساسة لمجموعة متنوعة من العوامل عبر عدة قطاعات، فلا يمكن الحفاظ على نظم إنتاج الأغذية إلا إذا جمعت بين الإنتاجية العالية والاستخدام الكفء للمياه والأسمدة والطاقة. وتحتاج الزراعة إلى النظر في النظم الإيكولوجية لدعم الإنتاج وضمان أن تكون النظم الزراعية قادرة على التكيف مع تغير المناخ والكوارث.

لن تتحقق أهداف التنمية المستدامة بفعالية إلا من خلال الإجراءات المتخذة في عدد من المجالات وعلى رأسها إدارة المياه لأن لديها القدرة على المساهمة في جميع أهداف التنمية المستدامة بطرق مختلفة. وسيتحقق ذلك بأكبر قدر من الفعالية عندما يتم التعامل مع إدارة المياه بطريقة متكاملة، مع فهم واضح لكيفية إسهام الإجراءات المختلفة في الحد من الفقر وتحقيق أهداف التنمية المستدامة. ويتمثل أحد الجوانب الرئيسية للإجراءات في أنها لا تتوقف فقط على الهيئات المسئولة عن إدارة المياه داخل قطاع المياه، فالمنظمات المعنية بالتنمية الزراعية والصحة والصناعة والطاقة والتجارة والإدارة البيئية الأوسع نطاقا لها أدوار حاسمة تؤديها. ومن ثم، فإنه يقع على عاتق الحكومات تحسين التنسيق فيما بين القطاع الخاص، سواء داخل قطاع المياه أو في القطاعات ذات الصلة. والحاجة إلى ربط جوانب معينة من إدارة المياه بالتحديات الخاصة التي يواجهها الفقراء والفرص التي يمتلكونها.

كما إن تحقيق التقدم في مواجهة أزمة المياه يتطلب تبني مقاربات متكاملة تتناول العلاقة بين المياه و الغذاء والطاقة والصحة والتعليم والتخفيف من حدة الفقر، مما يدفع بقوة نحو تحسين أنظمة حوكمة المياه التي تساعد على إدارة المياه بما فيها المياه المستعملة عبر إعادة تدويرها بطريقة مستدامة و متكاملة و شاملة، وبتكلفة أقل، و لقد أثبتت هذه الطريقة نجاهها وفعاليتها في دول عدة تم استعراض البعض منها في هذا البحث.

النتائج:

- إن الندرة المائية من شأنها إلحاق الأذى بالتنمية الاقتصادية و الاجتماعية، مما يتطلب إعادة توزيع الحصص في استهلاك المياه للأغراض المنزلية و الصناعية و الزراعية .
- من أجل الاستجابة للطلب المتزايد على المياه، تلجأ الكثير من البلدان إلى سد احتياجاتها بشكل اكبر من المياه المستعملة المعاد تدويرها، كما يمكن استثمار مياه الصرف الصحي في القطاعات الزراعية وفي إطار الاستخدامات المنزلية، ويتم عبر توفير الإمكانات الاقتصادية و التكنولوجية في مجال تنقية المياه وهو مايحتاج بالاهمية الى التنسيق والتكامل مع باقي القطاعات بداية من وضع الاستراتيجيات والخطط وحتى التنفيذ.
- نهج الترابط لديه القدرة على تعزيز رفاهية الإنسان، مع تقليل الضغوط على البيئة والموارد الطبيعية وهناك حاجة ماسة لمثل هذا النهج، نظرًا للضغوط الهائلة التي تواجهها المنطقة . ومع ذلك، كما نوضح في هذه الدراسة، يجب تضمين التحسينات التكنولوجية في ظروف إطار عمل مناسبة، بما في ذلك السياسات المناسبة، والتنظيم، وآليات المراقبة. عندها فقط يمكن أن تتحقق فوائد نهج الترابط، دون التسبب في آثار جانبية بيئية أو اجتماعية اقتصادية سلبية في قطاعات أخرى أو على مستويات أخرى. كما أن هناك حاجة لبناء القدرات وتبادل الخبرات من عمليات التنفيذ الأولية مع مجموعة واسعة من الجهات الفاعلة من مختلف القطاعات والمقاييس وتوضح دراسات الحالة المقدمة دليلاً على ذلك.

- تعد حالات القصور في مجال الموارد البشرية والمؤسساتية عنصرا يسهم بدرجة كبيرة في ادارة المياه وندرتها.
- إن معالجة المجالات الثلاثة التي تربط بين WEF بشكل كلي من شأنه أن يؤدي إلى تخصيص أفضل للموارد، وتحسين الكفاءة الاقتصادية، وخفض الآثار البيئية والصحية وتحسين ظروف التنمية الاقتصادية، باختصار، تحسين الرفاهية بشكل عام. ومع ذلك، فإن البحث في هذا المجال يؤكد أن الأدوات والخبرات والقدرات المؤسسية ليست كافية بعد لدعم أدوات الحوار والنمذجة التي يمكن أن تدعم اتخاذ القرارات المتكاملة تتطلب المزيد من التطوير والتطبيق وخاصة النقص الشديد في البيانات وعدم اتاحتها .
- لم يعد WEF Nexus خيارًا ولكنه إطار سياسي إلزامي لاقتصاد دول ترغب في إعداد نفسها لمستقبل يعاني من ندرة المياه والذي لا يزال بإمكانه توفير فرص كبيرة للنمو الاقتصادي والتنمية.
- قد يكون اعتماد مسارات جديدة للطاقة المتجددة جنبًا إلى جنب مع "التفكير المترابط" في الحكومة والقطاع الخاص فرصة كبيرة في السنوات والعقود القادمة للحث على إدارة مشتركة بين القطاعات للمياه والغذاء والطاقة، مما يعني الوزارات والمؤسسات المكلفة إدارة هذه الموارد يجب أن تتعاون بشكل فعال.

التوصيات:

- قد يجعل قطاع المياه الذي يقود عملية دمج Nexus القطاعات الاخرى (الطاقة والزراعة) أقل أهمية عند اجراء المقايضات وهو مايؤكد ضرورة النظر إلى توفير المياه لمختلف القطاعات الزارعية، او الصناعية، والخدمات في سياق العلاقة بين العناصر الثلاثة المتمثلة في كل من الماء والطاقة والغذاء.
- ضرورة تصميم أنظمة لحوكمة المياه وفقاً للتحديات المطلوب منها التصدي لها ولابد أن يتحول اهتمام السياسات العامة من إدارة العرض إلى إدارة الطلب المستديم ومن إدارة الأزمة إلى التخطيط طويل الأمد.
- يوفر نهج Nexus فرصاً ممتازة لتبادل الابتكارات التقنية والاقتصادية والمؤسسية عبر البلاد، مما يوفر فرصاً للتعاون الاقليمي والتكامل الاقتصادي .
- يعد عرض قصص النجاح وتحديد المكاسب الماليه من نهج Nexus أفضل شراء لصانعي السياسات .
- يجب انشاء الوعي والحوافز بين المستثمرون من القطاع الخاص لمشروعات WEF Nexus .
- يجب استكمال عمليات Nexus بين الوزارات بمشاريع Nexus التي توضح الفوائد لاصحاب المصلحة لخلق قبول التغييرات المؤسسية .
- من المقترح أن تساعد إدارة WEF Nexus المحلية على ضمان إدارة موارد الرابطة بطريقة شاملة وعادلة. ويجب العمل على أن ينتقل نهج الرابطة WEF من التفكير إلى التنفيذ، بدءًا من المستوى الأدنى (أي الانتقال من الأفكار المفاهيمية إلى التطبيقات العملية وذات الصلة– كما تم التوضيح بالامثلة المعروضة) .
- مشاركة أصحاب المصلحة أمر بالغ الأهمية لإدارة موارد WEF Nexus.
- ولتطوير أطر عمل الرابطة WEF يمكن وضع بعض المبادئ وهي (جعلها أكثر قابلية للفهم، وضمان بيانات موثوقة وصحيحة، وجعلها قابلة للتكيف مع العديد من المواقف المتنوعة، وأن تكون قابلة للتطبيق والقياس).
- في حين أنه لا يوجد تقدير كمي للفوائد والقيمة المضافة لنهج الترابط حتى الآن في معظم الدراسات، يمكن بالفعل استخدام الأدلة من دراسات الحالة من قبل صانعي السياسات لتحسين التنسيق عبر القطاعات والتحسينات من حيث اتساق السياسات الأفقي والرأسي. ويمكن لمثل هذه التغييرات نحو حوكمة أكثر تكاملاً أن تحفز المزيد من عمليات التنفيذ والاستثمارات المترابطة وتوسيع نطاق الحلول بما يتجاوز النطاق التجريبي، والذي من شأنه أن يعزز الأدلة المترابطة وقاعدة المعرفة. حيث أن استمرار الحوار وحلقات التغذية الراجعة بين منفذي نهج الترابط على أرض الواقع ، وصانعي السياسات، وعامة الجمهور هي السبيل إلى الأمام لجعل العلاقة نهجًا رئيسيًا للمساهمة في التنفيذ

المتكامل لأهداف التنمية المستدامة وأهداف الاستدامة الأخرى. ولذلك نوصي بالمزيد من دراسات الحالة داخل مصر، من أجل تطوير قاعدة أدلة قوية وقابلة للتعميم من أجل تنفيذ الترابط الناجح.

- كما يوصى بشكل كبير لوضع إستراتيجية متكاملة للمياه والطاقة والغذاء. يجب أن تعتمد هذه الإستراتيجية سياسات الحوكمة والسلوك الاجتماعي للمياه والطاقة وأنظمة غذاء منخفضة، والتنظيم لإظهار هذه الموارد بشكل فعال.
- منح المنظمات غير الحكومية والقطاع الخاص والأوساط الأكاديمية مزيدًا من التمويل لتبني وتنفيذ برامج الطاقة والموارد المائية والغذاء والمضي بخطوات سريعة نحو تحقيق استدامة إدارة المياه والطاقة والغذاء وذلك عن طريق:
  1. تطوير معايير متسقة للإبلاغ عن بيانات المياه والطاقة والغذاء. 2. تطوير شراكات المياه والطاقة والغذاء بين الهيئات الحكومية والخاصة وغير الحكومية.
- لا يلزم بالضرورة إدارة هذا النهج من قبل "وزارة "Nexus، ولكن من خلال صدى قوي وملزم (يسمح بحوارات سياسة Nexus) حيث يمكن لأصحاب المصلحة الرئيسيين تحديد الحلول وتحديد أولوياتها معًا بشكل أفضل، والاستفادة من منظور Nexus الشامل. وبموجب نموذج Nexus، فإن الوزارات التنفيذية يتم توجيهها للنظر في أولويات الوزارات التنفيذية الأخرى ودمجها، الأمر الذي قد يتطلب حل وسط عن طريق قبول قرارات قد لا تكون مثالية من سياسة قطاع واحد لكل وجهة نظر، ولكنها تعطي حلول المقايضة الشاملة لجميع القطاعات المعنية أو على الأقل لا تضر بالقطاعات الأخرى. في عمليات الحوار والتفاوض هذه، تعد المشاركة المباشرة للبعد العلمي التقني عنصرًا داعمًا لأنها توفر دليلًا علميًا لصنع السياسات القائمة على الأدلة.

المراجع:

أولاً: المراجع باللغة العربية:

- تاج الدين ، عبدالعزيز. (2020). تعزيز ترابطات المياه والطاقة والغذاء في مصر في سياق تغير المناخ.
- ترابط المياه-الطاقة-الغذاء في المنطقة العربية: التحديات والآفاق https://www.water-energy-food.org/news/2016-09-20-mena-region-wef-nexus-in-the-arab-region-challenges-and-prospects
- تقرير الأمم المتحدة العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2017 ، المياه العادمة مورد غير مستغل .
- تقرير الأمم المتحدة العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2020 ، المياه وتغير المناخ .
- رابح، جفال و إلياس، جاوي، (2014-2015)، تأثير المياه على الأمن القومي المصري- سد النهضة نموذجاً- ، رسالة ماجستير، كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة مولود معمري، تيزي وزو .
- صادق ، إسماعيل محمد ، (2012)، كتاب المياه العربية وحروب المستقبل، القاهرة :العربي للنشر والتوزيع طبعه (1).
- صلاح الدين ، علي (2019) –رسالة ماجستير،(نمذجة ديناميكيات نظام الترابط للمياه والطاقة والزراعة في مصر).
- عبد الرحمن ، يوسف .(٢٠١٦) "الموارد المائية المتاحة في ظل التغيرات الإقليمية وإمكانية تنميتها" ،المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي. المجلد السادس والعشرون، العدد الرابع (ب). صفحات ٢٢٢٣. -٢٢٣٤
- على محمد علي عبد الله، (2014)، نهر النيل بين سد الألفية ونهر الكونغو :أزمات وحلول، القاهرة :مكتبة الدار العربية للكتاب، طبعه 1، ص 21-22 .
- فاطنة ، بوخاري (2020)، مجلة مدارات للعلوم الاجتماعية والإنسانية – المركز الجامعي غليزان –الجزائر العدد1.

- الفتياني ، محمد وآخرون 2021 ، دراسة تأثير هدر الطعام على مصادر المياه في مصر – دراسة حالة قمح ، المجلة الهندسية لجامعة عين شمس ، العدد 12 ، ص2401–2412 .
- كتاب وقائع المؤتمر الدولي العلمي الافتراضي : حوكمة ادارة المياه بين الواقع واستراتيجيات التنمية، سبتمبر 2021، ص102: 119
- اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا بيروت (2019) التوجه نحو الأمن المائي في المنطقة العربية .
- المركز المصري للدراسات الاقتصادية ، سلسلة الأزمات الاقتصادية في مصر : المخرج والحلول المتاحة استدامة المياه في مصر الجزء الأول: استراتيجيات تحقيق الأمن المائي المصري حتى ٢٠٥٠ في ظل الآثار المحتملة لسد النهضة العدد رقم ٥ ، يونيو ٢٠٢١.
- المركز المصري للدراسات الاقتصادية ، سلسلة الأزمات الاقتصادية في مصر : المخرج والحلول المتاحة استدامة المياه في مصر الجزء الثاني: الري – الواقع، والتحديات، والمشكلات، والحلول ، العدد رقم 6 ، يونيو ٢٠٢١.
- المركز المصري للدراسات الاقتصادية ، سلسلة الأزمات الاقتصادية في مصر : المخرج والحلول المتاحة استدامة المياه في مصر الجزء الثالث: مفهوم الإنتاجية الاقتصادية المائية بالتركيز على التركيب المحصولي الحالي والمتوقع في مصر عامي ٢٠٣٠ و2050 العدد رقم 7 ، يونيو ٢٠٢١.
- وزارة الموارد المائية والري (٢٠١٨) استيراتيجية التنمية المستدامة لإدارة الموارد المائية فى مصر حتى عام ٢٠٣٠.

ثانياً: المراجع باللغة الأجنبية:

- Abdulloev, A. (2020). Water, Energy, and Food Nexus in the Amu-Darya River Basin: Analysis of Water Demand and Supply Management Infrastructure Development at Transboundary Level.
- AbuZeid, K. 2009. Towards a 2050 Egypt Strategy for Integrated Water Resources Management (IWRM), Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI) Workshop. Cairo: Egypt.
- AbuZeid, K. 2019. Potential Hydrological Impacts of the Grand Ethiopian Renaissance Dam on Egypt and Sudan. The Official Journal of the Arab Water Council, Pages 1-39, Volume 10, No. 2. Cairo: Egypt.
- AbuZeid, K. 2020. Water for Sustainable Rural & Agriculture Development in Egypt. Alexandria Library. Alexandria: Egypt.
- AL-BAKRI, Jawad Taleb, et al.(2013) Impact of climate and land use changes on water and food security in Jordan: Implications for transcending "the tragedy of the commons". *Sustainability*, 5.2: 724-748.
- Al-Zubari, Waleed. 2016. "Understanding the Nexus and Associated Risks: The Water-Energy-Food Nexus in the Arab Region." Policy Brief 1. League of Arab States (LAS) and Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Accessed August 31,2020 https://www.water-energy-food.org/resources/mena-policy-briefseries-the-wef-nexus-in-the-arab-region.
- Al-Zubari, Waleed. 2016. "Understanding the Nexus and Associated Risks: The Water-Energy-Food Nexus in the Arab Region." Policy Brief 1. League of Arab States
- AMER, Kamel, et al. , (2016). *The water, energy, and food security nexus in the Arab Region*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48408-2.
- Amer, Kamel, Zafar Adeel, Benno Boer, and Walid Saleh, eds. 2017. The Water, Energy,
  Food Security Nexus in the Arab Region. Dordrecht, the Netherlands: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48408-2.

- CAI, Ximing, et al.(2018) , Understanding and managing the food-energy-water nexus–opportunities for water resources research. *Advances in Water Resources*, 111: 259-273.
- Central Agency for Public Mobilization and Statistics (CAPMAS), (2019 http://www.capmas.gov.eg/HomePage.aspx?lang=2 March). 2019). Google Scholar.
- Chang Y, et al, (2016) Quantifying the waterenergy- food nexus: current status and trends. Energies 9(2):65–73
- Daher, B. , et al. (2015). Water–energy–food (WEF) Nexus Tool 2.0: guiding integrative resource planning and decision-making. *Water International*, *40*(5-6), 748-771
- DAHER, Bassel, et al.(2017) Modeling the water-energy-food nexus: a 7-question guideline. *Water-energy-food nexus: Principles and practices*, 229: 57.
- DESA, U. (2011). The great green technological transformation. *World economic and social survey. New York: UN DESA*.
- Dodds F, Bartram J (eds) (2016) The water, food, energy and climate nexus: challenges and an agenda for action. Routledge, Abingdon
- D'Odorico, P. *et al.* (2018) 'The Global Food-Energy-Water Nexus', *Reviews of geophysics*, 56(3), pp. 456–531. doi:10.1029/2017RG000591.
- Fawaz, M. M., & Soliman, S. A. (2016, November). Climate change, green economy and its reflections on sustainable agricultural development in Egypt. In *24th conference of Agricultural Economist, the future of Egyptian agriculture in light of local* (pp. 9-10).
- Flammini, A., et al . (2014). *Walking the nexus talk: assessing the water-energy-food nexus in the context of the sustainable energy for all initiative*. Fao.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2014). The water-energy-food nexus: A new approach in support of food security and sustainable agriculture.
- GULATI, M., et al , (2013) . The water–energy–food security nexus: Challenges and opportunities for food security in South Africa. *Aquatic Procedia*, 1: 150-164 .
- Hanjra MA,et al, (2010) Global water crisis and future food security in an era of climate change. Food Policy 35(5):365–377
- Hoff, H. (2011). Understanding the nexus. Background paper for the Bonn 2011 conference 'The Water, Energy and Food Security Nexus'. Stockholm: Stockholm Environment Institute.
- Hogeboom, R. J, et al , (2018). The blue water footprint of the world's artificial reservoirs for hydroelectricity, irrigation, residential and industrial water supply, flood protection, fishing and recreation. *Advances in water resources*, *113*, 285-294
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the IPCC, Geneva, 2021, https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1
- JOBBINS,Guy,et al, (2015), To what end? Drip irrigation and the water–energy–food nexus in Morocco.*International Journal of Water Resources Development*, 31.3:393-406.
- KESKINEN, Marko, et al, (2016) . The water-energy-food nexus and the transboundary context: insights from large Asian rivers. *Water*, 8.5: 193.
- Keulertz, M., & Mohtar, R. (2022). *The Water-Energy-Food Nexus in Libya, UAE, Egypt and Iraq*. Istituto Affari Internazionali (IAI). http://www.jstor.org/stable/resrep39813
- Ministry of Planning, Monitoring and Administrative Reform (MPMAR), Egypt's Voluntary National Review 2018 ,(2019) https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/20269EGY_VNR_2018_final_with_Hyperlink_9720185b45d.pdf January). 2019).

- Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI). 2017. Water Security for All, National Water Resources Plan (NWRP) 2017-2030-2037, Cairo: Egypt.
- Mohtar, RH and Daher, B. 2014. A Platform for Trade-off Analysis and Resource Allocation The Water-Energy-Food Nexus Tool and its Application to Qatar's Food Security. Research Paper. The Chatham House Royal Institute of International Affairs. www.chathamhouse.org/sites/files/chathamhouse/field/field_document/20141216WaterEnergyFoodNexusQatarMohtarDaher.pdf
- Molajou, Amir, et al.(2021) "A new paradigm of water, food, and energy nexus." *Environmental Science and Pollution Research* (2021): 1-11.
- Molden D (2007) Water for Food, Water for Life: a Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. Earthscan, London
- Mujtaba, I. M.,et al, (2017). *The water-food-energy nexus: processes, technologies, and challenges*. CRC Press.
- OBERSTEINER, Michael, et al, (2016) Assessing the land resource–food price nexus of the Sustainable Development Goals. *Science advances*, 2.9: e1501499.
- SCHAAR, J. (2019). *A confluence of crises: On water ,Climate and security in the middle east and north Africa*. Stockholm International Peace Research Institute. http://www.jstor.org/stable/resrep24471
- Tan, C. C.,et al , (2017). Water for energy and food: A system modelling approach for Blue Nile River basin. *Environments*, *4*(1), 15.
- United Nations, Sustainable Development Goals, (2018) https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/
- Water in the Green Economy – Perspectives Paper. Global Water Partnership, June 2012 , https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/perspective-papers/03-water-in-the-green-economy-2012.pdf
- WEF (World Economic Forum), 2011. Water Security: The Water–Food–Energy–Climate Nexus. Island Press, Washington DC.
- WEF Nexus Tool 2.0 (2014). http://wefnexustool.org
- World Economic Forum Water Initiative. (2012). *Water security: the water-food-energy-climate nexus*. Island Press.
- Wouters, P. (2010). *Water Security: Global, regional and local challenges*. Institute for Public Policy Research (IPPR). http://www.jstor.org/stable/resrep16067

ثالثاً: المواقع الإلكترونية:

- **منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (FAO): www.fao.org**
- **مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار (IDSC) : WWW.IDSC.GOV.EG**
- موقع الامم المتحدة . www.un.org/ar
- **منصة ترابط الماء والغذاء والطاقة www.water-energy-food.org**

ملحق رقم 1 :جدول رقم (1) الميزان المائي الاساسي لمصر 2019

المصدر: وزارة الموارد المائية والري/ وزارة الزراعة واستصلاح الاراضي

الموارد المائية	مليار متر مكعب/ سنة	استهلاك/ استخدامات المياه بحسب القطاع	استهلاك المياه مليار متر مكعب/ سنة	استخدامات المياه مليار متر مكعب/ سنة
الموارد المائية الأساسية				
نهر النيل	55.5	المنزلي	2.55	11.35
المياه الجوفية غير المتجددة	3	الصناعي	1.40	5.49
الأمطار والفياضانات المفاجئة	1.3	الزراعي	41.50	61.66
تحلية المياه المالحة	0.5	الصرف الزراعي إلى البحر والأحواض والمياه الجوفية	12.00	
أخرى (مشروعات أعالي النيل)		فواقد التبخر	2.55	2.55
		التصريفات البيئية	0.30	0.30
الإجمالي	60.30	إجمالي الاستهلاك	60.30	
الموارد المائية الثانوية المعاد تدويرها				
المياه الجوفية في الوادي والدلتا	7.50			
إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي	9.35			
إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة مباشرة	0.70			
إعادة استخدام غير مباشر لمياه الصرف الصحي المعالجة	3.50			
الإجمالي	21.05			
إجمالي الموارد المائية المتاحة	81.35	إجمالي استخدامات المياه		81.35

جدول رقم (2) الميزان المائي لمصر 2037 (استراتيجية الخطة القومية للموارد المائية / السيناريو الاكثر احتمالاً)

المصدر : وزارة الموارد المائية والري/ وزارة الزراعة واستصلاح الاراضي

(الموارد والاستخدامات)، السكان = 145 مليون نسمة					
الموارد المائية	مليار متر مكعب/ سنة	استخدامات المياه بحسب القطاع	استهلاك المياه مليار متر مكعب/ سنة	استخدامات المياه مليار متر مكعب	
الموارد المائية التقليدية				مليار متر مكعب	%
نهر النيل (السد العالي)	55.50	مياه الشرب (عذبة فقط)	3.54	14.00	21.6%
المياه الجوفية العميقة	3.85	الصناعة	1.63	5.75	6.5%
الأمطار والسيول	1.40	الزراعة (معدلة)	46.53	66.00	74.2%
تحلية المياه المالحة	1.00	الصرف للبحر	9.85	0.00	0.0%
أخرى (مشروعات أعالي النيل)	3.00	فواقد التبخر	2.60	2.60	2.9%
		التوازن البيئي	0.60	0.60	0.7%
الإجمالي	64.75	إجمالي الاستهلاك	64.75		
الموارد المائية غير التقليدية					
المياه الجوفية الضحلة (الدلتا)	7.20				
إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي	11.04				
إعادة استخدام المياه المعالجة	5.96				
الإجمالي	24.20				
إجمالي الموارد المائية المتاحة	88.95	إجمالي استخدامات المياه		88.95	