معهد التخطيط القومي
INSTITUTE OF NATIONAL PLANNING
INP
EGYPT
1960
القاهرة- ج.م.ع

عدد رقم (١١)
مايو ٢٠٢٠

سلسلة كراسات السياسات

تعزيز ترابطات المياه والطاقة والغذاء في مصر في سياق تغير المناخ

أ.د. عبد العزيز إبراهيم تاج الدين

سلسلة كراسات السياسات

هيئة التحرير

أ.د. إبراهيم العيسوي

أ.د. فادية عبد السلام

أ.د. زينات طبالة

أ.د. عزت زيان

د. أحمد سليمان

إصدار: **معهد التخطيط القومي**

مايو ٢٠٢٠

معهد التخطيط القومي

طريق صلاح سالم – مدينة نصر – القاهرة – ج.م.ع

الرقم البريدي: ١١٧٦٥

تليفون: ٢٢٦٣٦٥٨٣- ٢٢٦٢٥٤٦٧- ٢٢٦٣٨٦٩٤

فاكس: ٢٢٦٣٤٧٤٧- ٢٢٦٢١١٥١(+٢)

البريد الالكتروني: inp.technical.office@inp.edu.eg

الموقع الالكتروني: www.inplanning.gov.eg

معهد التخطيط القومي
القاهرة – ج.م.ع

كراسات السياسات
العدد (١١) مايو ٢٠٢٠

تعزيز ترابطات المياه والطاقة والغذاء في مصر في سياق تغير المناخ

أ.د. عبد العزيز إبراهيم تاج الدين

الأستاذ المتفرغ بمركز التخطيط والتنمية الزراعية

معهد التخطيط القومي

موجز

إن هناك علاقةً قويةً واعتمادًا متبادلًا وثيقًا بين قطاعات المياه والطاقة والغذاء، فلإنتاج الغذاء لابد من توفير المياه والطاقة، ولتوفير مياه نظيفة للاستهلاك الآدمي فإن ذلك يتطلب الطاقة، كما أن إنتاج الطاقة يحتاج إلى المياه. وهذه العلاقات المتشابكة تزداد حدة مع الوقت بسبب زيادة الطلب على الموارد مع ازدياد عدد السكان، وتغيير أنماط الاستهلاك، وتغير المناخ. ويمكن أن تؤثر الروابط القوية بين القطاعات على مدى تحقيق ثلاثة أهداف سياسية حاسمة وهي أمن المياه وأمن الطاقة والأمن الغذائي. وتعني الروابط المتبادلة أن متابعة الأمن في أي قطاع يعتمد على التطورات في القطاعات الأخرى. لذلك، أصبح من الضروري تنسيق صياغة السياسات بين القطاعات الثلاثة، وكذلك فيما يتعلق بتخفيف تغير المناخ والتكيف معه. وبالتالي، يجب أن تفسح السياسة التقليدية وصنع القرار في "الصوامع" الطريق لتقليص المقايضات وبناء التآزر عبر القطاعات. أي أن تحقيق أمن أي من هذه القطاعات يجب ألا يكون على حساب القطاعين الآخرين، ولكن يمكن تحقيق الأمن في القطاعات الثلاثة في حال إنشاء التآزرات الذكية والمقايضات العادلة بينها. ويتيح تبنى نهج العلاقة الترابطية لهذه القطاعات الثلاثة الفرصة للابتكار والتعليم لتقليل المخاطر الأمنية وتعظيم الفرص وزيادة الإمكانيات وتعزيز كفاءة استخدام الموارد. وتهدف كراسة السياسات هذه إلى توفير فهم أفضل للترابط بين الماء والطاقة والغذاء والتحديات المرتبطة بهذه الموارد في مصر. إذ إنها توفر فرصًا للتغييرات الأساسية في السياسات في مختلف النظم الاقتصادية والمؤسسية والتكنولوجية والاجتماعية، فضلا عن تعزيز كفاءة الموارد والإنتاجية من خلال معالجة العوامل الخارجية عبر القطاعات. بالإضافة إلى ذلك، فإنها تهدف إلى تسليط الضوء على المخاطر والآثار الناجمة عن قطاع ما على أي قطاع آخر من خلال تحديد إطار لتحديد المفاضلات والتآزر التي تلبي الطلب على الموارد دون المساس بالاستدامة.

Abstract

Enhancing the Water-Energy- Food Nexus in Egypt

in the Context of Climate Change

Globally, the inter-linkages between water, energy, and food sectors have been increasingly investigated over the last few years under what has come to be referred to as the "Water-Energy-Food (WEF) nexus". The strong interlinkages between the sectors can affect the extent to which three crucial policy objectives can be achieved, i.e., water, energy, and food security. The interlinkages mean that pursuing security in one sector depends on the developments in other sectors. Therefore, it is becoming imperative that policy formulation should be coordinated among the three sectors as well as with respect to mitigation of- and adaptation to climate change. Conventional policy- and decision-making in 'silos' therefore needs to give way to an approach that reduces trade-offs and builds synergies across sectors. This policy monograph aims at providing a better understanding of the interdependencies of water, energy and food and their related challenges in Egypt. It provides opportunities for fundamental policy changes in various economic, institutional, technological, and social systems, as well as boosting resource efficiency and productivity by addressing externalities across sectors. Besides, it is intended to shed light on the risks and impacts posed by one sector to the others through articulating a framework for determining trade-offs and synergies that meet demand on resources without compromising sustainability.

قائمة المحتويات

مقدمة ١

القسم الأول: مفهوم ودور نهج العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء في سياق تغير المناخ ٢

١.١ مفهوم العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء ٢

٢.١ الملامح العامة لتأطير العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء في سياق تغير المناخ ٤

٣.١ العلاقات الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء ٤

٤.١ دور نهج العلاقة الترابطية في إدارة الموارد وتحقيق أهداف التنمية المستدامة ١٠

القسم الثاني: التحديات الرئيسة التي تواجه العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء وسبل مواجهتها ١١

١.٢ القوى الدافعة للعلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء ١١

٢.٢ الاعتبارات الرئيسة والتحديات الحالية لتبنى نهج العلاقة الترابطية ١٣

٣.٢ ضغوط علاقة الترابط بين المياه والطاقة والغذاء ١٣

٤.٢ عواقب إطار السياسة الحالية لترابط المياه والطاقة والغذاء ١٤

٥.٢ سبل مواجهة التحديات: خيارات لإدارة المقايضات وتعزيز أوجه التآزر ١٧

القسم الثالث: نحو إطار مقترح لتفعيل نهج العلاقة الترابطية وتحقيق التنمية المستدامة في مصر ١٨

١.٣ حتمية تعزيز ترابطات المياه والطاقة والغذاء في مصر في سياق تغير المناخ ١٨

٢.٣ أطر نماذج منظمات ومراكز البحوث الدولية لنهج العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء ١٩

٣.٣ نحو إطار مقترح للسياسة التمكينية لإدارة تحديات الترابط على المستوى المحلى والإقليمي ٢٢

٤.٣ خارطة الطريق نحو تفعيل نهج الترابط وتحقيق التنمية المستدامة في مصر ٢٥

خاتمة ٢٧

المراجع ٢٩

مقدمة

تطورت فكرة نهج الترابط بين الماء والطاقة والغذاء Water-Energy-Food Nexus في أواخر العقد الأول من القرن الواحد والعشرين. ففي الآونة الأخيرة، تم توسيع نهج الترابط Nexus ليشمل أيضًا عناصر أخرى مثل استخدام الأراضي والتربة والنفايات والمناخ والاقتصاد والنظم الإيكولوجية والصحة وغيرها، مما يجعل نهج الترابط نهجًا متعدد الأبعاد ومتعدد التخصصات، وهو ما يطلق عليه "المنهج المنظومي". واعتمادًا على تعدد أبعاد الترابط هذه، هناك حاجة إلى إطار عمل لهذه التفاعلات يهدف إلى إنشاء منهجية لمزيد من التحليل لهذه الروابط المتعددة.[1] ويكشف تعريف نطاقات الترابط المأخوذة في الاعتبار عن الجوانب المفيدة التي يجب مراعاتها في التحليل، ويضع الإطار الذي يمكن على أساسه تطوير التحليل.

وعلى الرغم من أن مصر قد أحرزت تقدمًا ملحوظًا في التنمية الاجتماعية والاقتصادية في السنوات الأخيرة، إلا أن التحديات لا تزال قائمة في القضاء على الجوع والفقر، وضمان الأمن الغذائي والتغذوي، ومستوى معيشي لائق، وحياة صحية للأعداد المتزايدة من الناس. إذ تتضاءل موارد الأراضي والمياه والنظم الإيكولوجية الحيوية، لا سيما مع تزايد أعداد السكان بوتيرة متسارعة. وإذا ما تم الحفاظ على معدل النمو الحالي، يظل ضمان توفير الغذاء والماء والطاقة لأعداد السكان المتزايدة دون تدهور قاعدة الموارد الطبيعية تحديًا أساسيًا للتنمية في مصر. وتعد أهداف التنمية المستدامة (SDGs) التي اعتمدها المجتمع العالمي ذات أهمية حاسمة لضمان الأمن الغذائي والمائي والطاقة بطريقة لا تقوض الاستدامة للأجيال القادمة. ومع زيادة الضغط على موارد المياه والطاقة، وتغير المناخ، تواجه مصر التحدي المتمثل في كيفية إنتاج المزيد من الغذاء بنفس الأرض أو أقل، ونقص المياه، وزيادة أسعار الطاقة، مع الحفاظ على الموارد والحفاظ على الاستدامة البيئية.

وتسعى هذه الكراسة إلى تعزيز نهج العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء في سياق تغير المناخ، ومدى اتساق ومواءمة الاستراتيجيات والخطط القطاعية القائمة فيما يخص هذه العلاقة الترابطية للحد من المفاضلات (المقايضات) وتعظيم أوجه التآزر بين المياه والطاقة والغذاء. ومن أجل ذلك، وحتى تكون الصورة جلية، ولأن كل قطاع في حد ذاته ما هو إلا نظام تتفاعل فيه مجموعة من العوامل الداخلية والخارجية، تتعرض الكراسة لتلك الأنظمة للتعرف على أهم المتغيرات تأثيرًا وتأثرًا.

ويستعرض الجزء الأول من الكراسة مفهوم ونهج العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء، بينما يستعرض الجزء الثاني التحديات الرئيسة التي تواجه هذه العلاقة وسبل مواجهتها. وللحكم على مدى الالتزام بنهج العلاقة الترابطية في وضع الاستراتيجيات والخطط الحالية لقطاعات المياه والطاقة والغذاء، فقد تمت مراجعة استراتيجية التنمية الزراعية المستدامة حتى عام ٢٠٣٠، واستراتيجية وزارة الموارد المائية والري حتى عام ٢٠٣٧، واستراتيجية الطاقة. وعلى ذلك، يقدم القسم الأخير من الكراسة خارطة الطريق نحو تفعيل نهج الترابط وتحسين التنسيق بين القطاعات الثلاثة لتحقيق التنمية المستدامة.

[1] S. Chrysi. Laspidou, T. Dimitrios. Kofinas, K. Nikolaos. Mellios and Maria Witmer (2018) Modeling the Water-Energy-Food-Land Use-Climate Nexus: The Nexus Tree Approach. Proceedings, The Netherlands. https://www.sim4nexus.eu/userfiles/Deliverables/2018.08.06_Laspidou%20Proceedings%202018.pdf

القسم الأول: مفهوم ودور نهج العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء في سياق تغير المناخ

١.١ مفهوم العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء

إن هناك علاقة قوية واعتمادًا متبادلًا وثيقًا بين قطاعات المياه والطاقة والغذاء. فلإنتاج غذاء كاف لإطعام الأعداد المتزايدة من السكان لابد من توفير مزيد من المياه والطاقة، ولتوفير مياه نظيفة للاستهلاك الآدمي فإن ذلك يتطلب الطاقة، كما أن إنتاج الطاقة يحتاج إلى المياه. وهذه العلاقات المتشابكة تزداد حدة مع الوقت بسبب زيادة الطلب على الموارد مع ازدياد عدد السكان، وتغير أنماط الاستهلاك. كما أنه من المتوقع أن تتفاقم حدة هذه المشكلة بشكل أكبر بسبب آثار ظاهرة تغير المناخ العالمي.

وفى ظل هذا التداخل القوى والاعتماد المتبادل بين هذه القطاعات الثلاثة، فإن تبنى تفكير ونهج العلاقة الترابطية سيعود بالفائدة على هذه القطاعات، وسيؤدى إلى إدارة أكثر استدامة وتنسيق أقوى بينها. ويستدعي هذا الترابط القوي بين الماء والطاقة والغذاء اتباع نهج العلاقة الترابطية عند معالجة إدارة هذه القطاعات الحيوية الثلاثة، نهج يدمج الإدارة والحوكمة عبر القطاعات. لذلك، أصبح من الضروري أن تصبح صياغة السياسات متسقة بين القطاعات الثلاثة، وكذلك فيما يتعلق بتخفيف تغير المناخ والتكيف معه. وبالتالي، يجب أن تفسح السياسة التقليدية وصنع القرار في "الجزر المنعزلة" طريقاً لتقليل المقايضات trade-offs وبناء التآزر synergy عبر القطاعات. ويتطلب اعتماد نهج الترابط لإدارة القطاع فهمًا أفضل للمقايضات والمخاطر عبر القطاعات المترابطة، ويتم تحليل التفاعلات بين القطاعات لتسهيل التخطيط المتكامل وصنع القرار.

إن أية محاولة لتحقيق الأمن في أي من هذه القطاعات بطريقة مستقلة وبدون الأخذ في الاعتبار المقايضات مع القطاعين الآخرين ستؤدي حتما لتعريض أمن القطاعات الثلاثة واستدامتها للخطر. ولذا تمثل مقاربة العلاقة الترابطية للقطاعات الثلاثة والتفكير الترابطي منهجًا عمليًا ومتكاملًا للتعامل مع مخاطر إمدادات المياه والطاقة والغذاء في آن واحد، فضلا عن المحافظة على استدامة الموارد.[٢] أي أن تحقيق أمن أي من هذه القطاعات يجب ألا يكون على حساب القطاعين الآخرين، ولكن يمكن تحقيق الأمن في القطاعات الثلاثة في حال إنشاء التآزرات الذكية والمقايضات العادلة بينها. إن تبنى نهج العلاقة الترابطية لهذه القطاعات الثلاثة من شأنه أن يتيح لها الفرصة للابتكار والتعليم لتقليل المخاطر وتعظيم الفرص وزيادة الإمكانيات وتعزيز كفاءة استخدام الموارد وتحقيق العدالة. ومن المتوقع أن تشهد هذه العلاقة مزيدا من التعقيد بسبب ازدياد النمو السكاني وتغيير أنماط الاستهلاك.

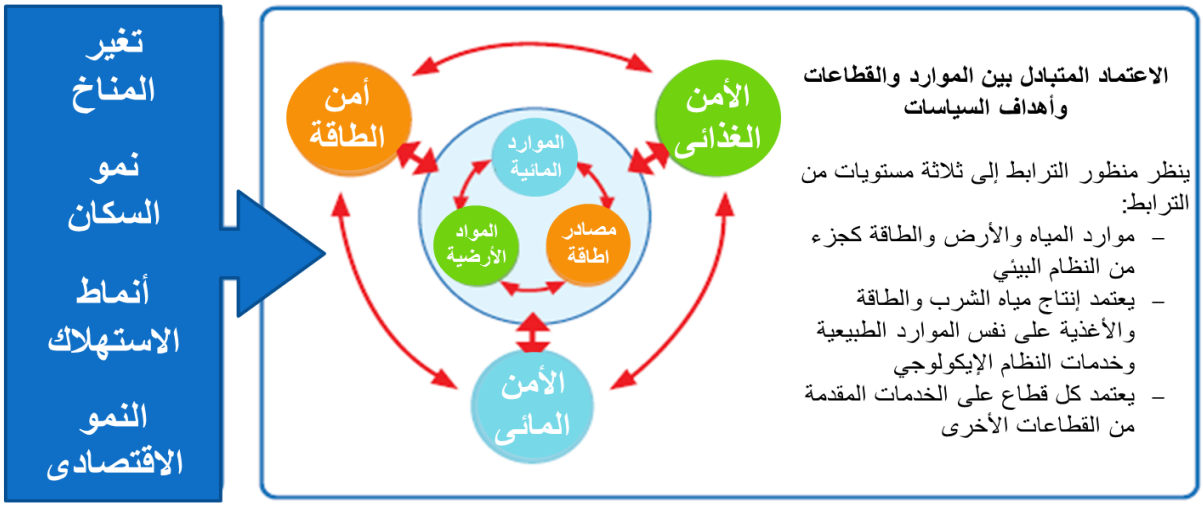
ويحتاج الاعتماد المتبادل القوي بين الطاقة والمياه والغذاء إلى إفساح المجال لنهج يقلل من الآثار غير المباشرة أو الآثار الخارجية والمفاضلات ويبني التآزر عبر القطاعات. وسوف يخلق مثل هذا النهج فرصًا غير مسبوقة لإجراء تغييرات أساسية في السياسات في مختلف النظم الاقتصادية والمؤسسية والتكنولوجية والاجتماعية، فضلًا عن تعزيز كفاءة الموارد والإنتاجية من خلال معالجة العوامل الخارجية عبر القطاعات. وتهدف هذه المعالجة إلى توفير فهم أفضل للترابط بين الماء والطاقة والغذاء والتحديات ذات الصلة. بالإضافة إلى ذلك، فإنها تهدف إلى تسليط الضوء على المخاطر والآثار الناجمة عن قطاع ما على القطاعين الآخرين من خلال إطار تفسيري لتحديد المفاضلات والتآزر بما يلبي الطلب

[2] K. Amer, Z. Adeel, B. Böer, W. Saleh (2016). The Water-Energy-Food Nexus in the Arab Region:Nexus Challenges and Opportunities, Springer. https://www.researchgate.net/publication/311486192

على الموارد دون المساس بالاستدامة.[3] كما أن هذا التوجه سوف يخدم مصر في الانتقال نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة العالمية، وتلبية متطلبات التحول نحو الاقتصاد منخفض الكربون كما نص عليه مؤتمر باريس للعام ٢٠١٥ حول تغير المناخ.

وعلاوة على ذلك، فإن تغير المناخ، الذي يحركه في الغالب استخدام الطاقة وأنماط الاستهلاك وتغيرات استخدام الأراضي، يمثل تحديًا إضافيًا من شأنه أن يؤدي إلى تفاقم الوضع الحرج للموارد المائية والغذائية، وسيكثف استخدام موارد الطاقة كما يتضح من شكل (١). ويضيف التغير المناخي مزيدًا من الضغوط، ومن المحتمل أن يؤدي إلى حدوث المزيد من الأحداث المناخية الشديدة والمتكررة (مثل الجفاف أو الفيضانات)، وإمدادات مائية وإنتاجية زراعية غير مضمونة.

شكل (١): الاعتماد المتبادل بين الموارد والقطاعات وأهداف السياسات



المصدر: مقتبس من MENA Nexus Policy Brief - Understanding the Nexus and Associated Risks

وتخلق هذه الظروف تحديات هائلة أمام الحكومات، فأية محاولة لتحقيق الأمن في أحد هذه القطاعات المترابطة بشكل مستقل وبدون مراعاة للمقايضات التي تتم مع القطاعين الآخرين ستكون على حساب أمن أحد القطاعين المكونين لهذه العلاقة أو كليهما. وفى نهاية المطاف سيؤدى إلى تهديد أمن القطاع نفسه. فمثلًا، لن تؤدى محاولة تحقيق الأمن الغذائي من خلال الإنتاج المحلى بدون الأخذ في الاعتبار محدودية الموارد المحلية إلى استنزاف المواد المائية وتدهورها وخسارتها فحسب، بل كذلك إلى انخفاض الإنتاجية الزراعية وتدهور القطاع الزراعي نفسه في آخر الأمر. وعلى الرغم من الترابط المتأصل بين الغذاء والماء والطاقة لم يبذل جهد كبير لفهم أوجه الترابط فيما يتعلق باستخدام الموارد والسياسات. ولذا فإن فهم وإدارة الروابط بين الغذاء والماء والطاقة أمر ضروري لصياغة سياسات لمجتمع أكثر مرونة وقابلية للتكيف.

[3] MENA Nexus Policy Brief - Understanding the Nexus and Associated Risks (٢٠١٦). https://www.water-energy-food.org/resources/resources-detail/the-nexus-in-the-arab-region-understanding-the-nexus-and-associated-risks/

٢.١ الملامح العامة لتأطير العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء في سياق تغير المناخ

بالرغم من أن موارد المياه والطاقة والغذاء مترابطة فيما بينها، إلا أن السياسات التي تحكم هذه الموارد غير مترابطة. وفي العديد من حوارات السياسة، تتم إدارة هذه الموارد المترابطة بواسطة مؤسسات منفصلة لتسهيل عملية صنع القرار، والتي تتجاهل العلاقة الترابطية بين الموارد. وقد شهد العقد الماضي بعض التقدم للتأكيد على صلة الترابط وزيادة وعي صانعي السياسات بهذه القضايا. وفي هذا الصدد، فقد تم اقتراح العديد من الأطر من الناحيتين النظرية والتطبيقية. وتساهم معظم هذه الأطر بعدة طرق في إدماج صلة الترابط بشكل صحيح في سياسة الموارد الطبيعية. وتعتمد منهجية معظم هذه الأطر على تحديد المشكلات، ووصف الروابط المتداخلة وتعزيز الانتقال إلى الاستدامة في نهاية المطاف. وبالرغم من أن هذا يعتبر خطوة كبيرة إلى الأمام في تعزيز نهج دمج إدارة الموارد، إلا أنه ما زالت هناك فجوة في المعرفة. وعلى سبيل المثال، لا تزال ديناميكية علاقة الترابط عبر المكان والزمان وكيفية تحسين وظيفة معينة لمورد واحد في علاقة الترابط تؤثر على الموارد الأخرى، ولا تزال تشكل تحديًا رئيسيا. ولا شك في أن أحد أسباب هذا القصور في أدوات النمذجة المتاحة يرجع إلى الترابط القوى بين الموارد و/أو نقص البيانات.

إن سياسة الموارد الوطنية التي تعمل على تحسين إنتاج الغذاء دون النظر في الآثار غير المباشرة على المياه والطاقة والأرض، وكيف تتغير مكونات المدخلات الديناميكية هذه مع مرور الوقت والمكان، هي سياسة غير صائبة. وغالبا ما تؤدى سياسات الموارد الطبيعية سيئة التخطيط إلى قيام المزارعين باستنزاف الموارد الطبيعية باستخدام المدخلات الزراعية المتزايدة (الأسمدة والمياه الجوفية لأغراض الري) لدعم الأمن الغذائي الوطني. وهذه السياسات تؤدى إلى وجود نظام بيئي بموارد مستنفدة ولا تحقق النتائج المرجوة منها، لا سيما في ارتفاع مستوي الأمن الغذائي.[٤]

وتعتبر العلاقة بين المياه والطاقة والغذاء أيضًا تحديًا في تقرير السياسات نظرًا للترابط المعقد لهذه الموارد. وعلى الرغم من أنه تم اقتراح نماذج وأطر عمل لتحسين تخطيط سياسة الموارد، إلا أن هناك حاجة إلى نماذج أكثر تطورًا لتحديد الأساليب العملية لإدارة الموارد الطبيعية بطريقة متكاملة. بمعنى آخر، هناك حاجة ملحة للتخطيط المتكامل والتفكير المنظومي بدلًا من تحسين استخدام أحد الموارد على حساب الآخر.

٣.١ العلاقات الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء

تعد المياه والطاقة والغذاء من الموارد الطبيعية الحيوية التي يعتمد عليها في حل مشاكل الجوع، وتحسين الصحة وبناء اقتصاد مستدام ومرغوب فيه. وهذه الموارد عبارة عن مجاميع معقدة تم تشكيلها وتأثرها بمجموعة من العناصر، وتعتمد إدارتها على عدة عوامل يمكن أن تتأثر جميعها بسياسات الموارد الوطنية، كما يتضح من شكل (٢). وبالإضافة إلى التعقيد الفردي الخاص بكل مورد على حدة، هناك مجموعة من العوامل التي تربط هذه الموارد بعضها البعض. فالمياه هي في قلب التنمية المستدامة، وهي ضرورية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية، ولإنتاج الطاقة وإنتاج الغذاء وسلامة النظم الإيكولوجية وبقاء

[4] Daniel Mabrey, Sa'd Shannak, Michele Vittorio (2018). Water-Energy Nexus: Moving from theory to practice in the water–energy–food nexus: An evaluation of existing models and frameworks. www.keaipublishing.com/en/journals/water-energy-nexus/

الإنسان. كما أن المياه في صلب عملية التكيف مع تغير المناخ، حيث تضطلع بدور الرابط بين المجتمع والبيئة.[٥] كما تدعم الطاقة النمو الاقتصادي في جميع البلدان بصرف النظر عن مستويات التنمية، حيث إنها تعد أساسية في إنتاج جميع أنواع السلع والخدمات بما في ذلك الغذاء وتوفير المياه.

١.٣.١ المياه ـ الطاقة / الطاقة ـ المياه

تمثل العلاقة المتبادلة بين موردي المياه والطاقة مسألة ذات أهمية كبيرة من خلال تأثيراتها على الأمن والبيئة. إذ إن تلبية الطلب على الطاقة، تتطلب الماء، ففي معظم عمليات إنتاج الطاقة، يعد الماء أحد المدخلات الرئيسة. ويتطلب إنتاج الوقود الأحفوري المياه لاستخراجه ونقله ومعالجته، كما أن توليد الكهرباء الحرارية يعتمد على الوقود النووي أو الوقود الأحفوري أو الطاقة الشمسية، وكلها تتطلب الماء للتبريد. ولا يمكن توليد الطاقة الكهرومائية إلا إذا كانت المياه متوفرة بسهولة في الأنهار أو الخزانات. ومصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية تتطلب الماء لتبريد وتنظيف الألواح أو وحدات التخزين لتحسين الكفاءة. وعموماً يحدد اختيار التكنولوجيا ومصدر الماء ونوع الوقود تأثيرات الطاقة على سحب موارد المياه وجودتها.[٦]

وفي المقابل يتطلب إنتاج المياه ومعالجتها ونقلها استخدامًا للطاقة. وهناك ارتباط كبير بين الاتجاهات العالمية لاستهلاك الطاقة والمياه، إذ إن هناك توقعات مقلقة للمستقبل من حيث زيادة الاستهلاك وقلة توفر الموارد. لذا تتطلب طبيعة العلاقة بين المياه والطاقة إدراكًا وافيًا لهذا الموضوع من أجل تأمين الدعم للتخطيط للمستقبل.[٧] ويلاحظ أن الماء مطلوب لإنتاج جميع أشكال الطاقة تقريبًا. فمثلا، بالنسبة للوقود الأساسي، تكون المياه مطلوبة في استخراج الموارد، وترطيب المواد الأولية المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي، وتكرير الوقود ومعالجته، والنقل.

وعلى الجانب الآخر، تنتشر مدخلات الطاقة عبر سلسلة إمدادات المياه. وتُستخدم الطاقة في كل مرحلة تقريبًا من دورة المياه، من استخراج المياه الجوفية، وتغذية محطات تحلية المياه بمياهها المالحة/ المياه العادمة وإنتاج المياه العذبة، وضخ المياه العذبة ونقلها وتوزيعها، وجمع المياه العادمة ومعالجتها وإعادة استخدامها، كما يتضح من شكل (٢). وبمعنى آخر، فإنه بدون الطاقة يصعب تصور توفير المياه، وأنظمة التوصيل، ورفاهة الإنسان. ونظرًا لمحدودية موارد المياه العذبة التي يسهل الوصول إليها، من المتوقع أن يتوسع بقوة استخدام التقنيات المكثفة للطاقة، مثل تحلية المياه أو مضخات المياه الجوفية الأكثر عمقا.

[5] UN. Shaping our future together https://www.un.org/ar/sections/issues-depth/water/index.html
[6] MENA Nexus Policy Brief - Understanding the Nexus and Associated Risks (2016). Op. cit.
[7] Nexus Platform. The Water, Energy and Food Security Resource Platform. 2015 http://www.water-energy-food.org/news/nexus-basics-an-introduction-to-the-water-energy-food-nexus-in-arabic-language/

شكل (٢): العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة

المصدر: مقتبس من MENA Nexus Policy Brief، مصدر سابق

٢.٣.١ الغذاء – الطاقة / الطاقة - الغذاء

تُستخدم الطاقة في العديد من أنشطة النظام الغذائي، بما في ذلك تشغيل الآلات الزراعية وتجهيز الأغذية وتعبئتها ونقلها وتبريدها وإعدادها. ويربط استخدام الطاقة في النظام الغذائي إلى حد ما النظم الغذائية بانبعاثات غازات الدفيئة. ويمكن تقسيم استهلاك الطاقة الزراعية على مستوى المزرعة إلى استخدام مباشر وغير مباشر للطاقة، حيث تشير الطاقة المباشرة إلى الوقود أو الكهرباء المستخدمة في أنشطة المزرعة، بينما تشير الطاقة غير المباشرة إلى الأسمدة والمواد الكيميائية والمدخلات الزراعية الأخرى المنتجة خارج المزرعة.[٨] وسوف يزيد الانتقال إلى المياه المحلاة أو المياه المالحة بشكل كبير من نسبة الطاقة المطلوبة بسبب المعالجة الإضافية المطلوبة. ومن بين أكثر الطرق وضوحًا التي يرتبط بها الغذاء بالطاقة استخدام محاصيل الغذاء كمادة وسيطة لإنتاج الوقود الحيوي.[٩]

وترتبط المخاطر التي يشكلها قطاع الأغذية على أمن الطاقة بنمو السكان وتغيير النظم الغذائية، مما سيضع أعباءًا متزايدة على أنظمة إنتاج الطاقة والغذاء بسبب ارتفاع الطلب على المدخلات الزراعية، وارتفاع مستويات إنتاج الثروة الحيوانية، وذلك بالإضافة إلى مخاطر إنتاج الوقود الحيوي على الأمن الغذائي. ومع ارتفاع الطلب على الغذاء، ستزداد الاحتياجات المائية وما يستتبعها من آثار على بصمة الطاقة.

٣.٣.١ المياه - الغذاء / الغذاء – المياه

تعتبر العلاقة بين أنظمة المياه والغذاء من بين أكثر عناصر الترابط التي تم تناولها على نطاق واسع وتقديرها كميًا. واليوم، تعتبر العلاقة بين الماء والغذاء رمزًا للهشاشة على جبهتين: الأنماط المتغيرة لإمدادات المياه في القطاعات كثيفة الاستهلاك للمياه، والمنافسة المتزايدة على الموارد المائية المحدودة في مواجهة الزيادة المتوقعة في الطلب على الغذاء. كما أن الماء هو من المدخلات الحاسمة على طول

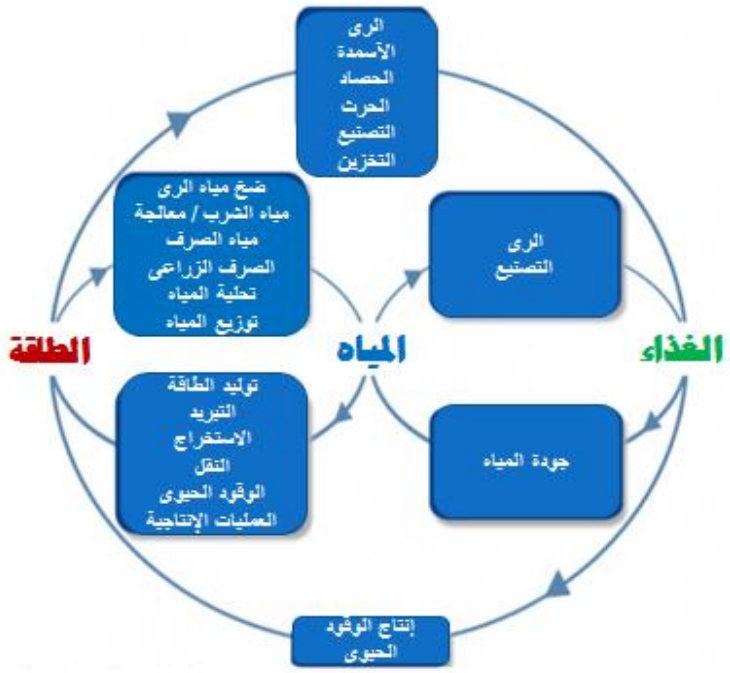
[8] R. Brears, C. Robert,. Interactions Across the WEF Nexus: The Green Economy and the Water-Energy-Food Nexus, Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1057/978-1-137-58365-9_2

[9] J. Lundqvist, J. Grönwall, and A. Jägerskog (2015). Water, food security and human dignity – a nutrition perspective. Ministry of Enterprise and Innovation, Swedish FAO Committee, Stockholm. https://www.government.se/contentassets/5ef425430d2f49cea3ebc4a55e8127e5/

المراحل المختلفة لسلسلة الإمداد بالسلع الغذائية. كما يسبب إنتاج المحاصيل كثيفة الاستخدام للمياه ضغوطًا على موارد المياه، وخاصة المياه الزرقاء (المياه السطحية والمياه الجوفية)، مما يشكل مخاطر كبيرة على الأمن الغذائي. وعلاوة على ذلك، فإن نمو استخدام الأسمدة والكيماويات الزراعية بشكل كبير في ظل الممارسات الزراعية المعتادة يشكل خطورة على الموارد المائية، حيث تطلق مركبات كيميائية تتسرب إلى المياه الجوفية بما يؤدى إلى تدهورها. وسوف تتطلب تلبية الطلب المتزايد على المياه والغذاء إدارة دقيقة للمخاطر والفرص المرتبطة ارتباطًا وثيقًا بالتفاعل بين السمات المختلفة للأمن الغذائي والأمن المائي.

ويلخص شكل (٣) العلاقات الترابطية بين القطاعات الثلاثة، والتي تم استعراضها في الأقسام السابقة.

شكل (٣): العلاقات الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء



المصدر: من إعداد الباحث، تلخيصا للأقسام السابقة.

٤.٣.١ المياه والطاقة والغذاء وخدمات النظام الإيكولوجي

إن استهلاكنا للغذاء والماء والطاقة - بشكل مباشر أو غير مباشر - يؤثر على النظم الإيكولوجية والموارد الطبيعية التي يعتمد عليها المجتمع من أجل بقائه. وتوضح الأحداث الأخيرة مثل الجفاف وانسكاب النفط وارتفاع أسعار المواد الغذائية أنه لم يعد بإمكاننا رؤية أنظمتنا الغذائية والمائية والطاقة معزولة عن بعضها البعض. وبدلًا من ذلك، يجب فهم كيف وأين تتقاطع هذه الأنظمة الثلاثة – نهج العلاقة الترابطية.[١٠]

[10] K. M. Kibler,T. Sarker, D. Reinhart, (2016). Food Waste in the Food-Energy-Water Nexus: Energy and Water Footprints of Wasted Food. https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2016AGUFM.H43B1410K/abstract

١.٣.٥ المياه والبيئة

إن النظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه تشمل الأراضي الرطبة wetlands والأنهار ومستودعات المياه الجوفية aquifers والبحيرات، وتحافظ على مستوى مرتفع من التنوع البيولوجي والحياة. ويتزايد تعرّض النظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه للتهديد، مع تزايد الطلب على المياه العذبة لأغراض الزراعة والطاقة والمستوطنات البشرية وصرف مياه الصرف الزراعي والصناعي والصحي للمجاري والمسطحات المائية. وتعتمد النظم الإيكولوجية البرية على توافر موارد المياه العذبة بكمية ونوعية كافيتين. وتؤثر الأنشطة البرية بدورها، بما فيها استخدام الأراضي، على توافر المياه للبشر والصناعة والنُظم الإيكولوجية وعلى نوعيتها.[١١]

١.٣.٦ الغذاء والبيئة

أدى الانتشار الواسع للأسمدة وأصناف المحاصيل عالية الغلة إلى حدوث زيادة كبيرة في الإمدادات الغذائية بمقدار ثلاثة أضعاف. وقد جاء هذا التكثيف الزراعي بمفاضلات مهمة. ويعتبر الإفراط في استخدام الأسمدة والمبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب مساهمًا رئيسًا في تلوث المصادر المائية، وفقدان التنوع البيولوجي للتربة، وانبعاثات غازات الدفيئة، والأمطار الحمضية.

١.٣.٧ المياه والطاقة والغذاء وتغير المناخ[١٢]

من المتوقع أن تتفاقم التحديات المتمثلة في تلبية الطلب المتزايد على المياه والطاقة والغذاء بشكل أكبر بسبب تداعيات التغير في المناخ. ومن المتوقع أن يكون لأحوال الطقس المتطرفة، والتحول في أنماط هطول الأمطار، وارتفاع درجات الحرارة، وارتفاع مستوى البحار وغيرها من الظواهر المرتبطة بالتغير المناخي تأثيرا على إنتاج الغذاء، وتجدد المياه واستخدامها، وإنتاج الطاقة واستهلاكها. ولا جدال في أن تغير المناخ له تأثير على التغذية، لأنه يؤثر على جميع الأسباب الأساسية الكامنة والفورية لنقص الغذاء، ويؤدي إلى ضغوط إضافية في المناطق التي تعاني من انعدام الأمن الغذائي.

كما يؤثر تغير المناخ على أشد الناس فقرًا، حيث يعيش هؤلاء في المناطق المعرضة للخطر بأقل الموارد اللازمة لمساعدتهم على التكيف أو التعافي بسرعة من الصدمات. ومع تفاقم آثار تغير المناخ، يصبح الهروب من الفقر أكثر صعوبة. وبينما تركز أهداف التنمية المستدامة على القضاء على الفقر المدقع وإنشاء شبكات الأمان، فإن هذا يتطلب وضع توجيهات وتوصيات بشأن السياسات يمكن أن تساعد هؤلاء الذين يعيشون في تلك المناطق.

ويعرض جدول (١) ملخصًا شاملًا لمخاطر وآثار العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء.

[11] R. Brears, C. Robert. The Green Economy and the Water-Energy-Food Nexus. Op. cit.

[12] W. Erian, (2018). Mapping the Way Towards Achieving Sustainable Development in the Arab Region. The Arab Water Council. http://www.arabwatercouncil.org/index.php?option=com_content&view=article&id=539:awc-published-a-regional-report-on-mapping-the-way-towards-achieving-sustainable-development-in-the-arab-region&catid=60:news-events&Itemid=354&lang=en