

## Water, Energy, and Food Nexus

By Rabi H. Mohtar & Bassel Daher  
January 2015

## الرابطة بين موارد المياه والطاقة والغذاء

بقلم ربيع المهنتار وباسل ضاهر  
يناير 2015

The aim of this brief is to provide a broad definition and general introduction of the Water-Energy-Food Nexus in the Arabic Literature. For more detailed discussions we refer to the references and web links at the end of this document.

الهدف من هذا الموجز هو تقديم تعريف واسع و مقدمة عامة إلى ترابطالمياه والطاقة و الغذاء في الأدب العربي. نشير إلى المراجع في نهاية هذه الوثيق للإطلاع على مناقشات أكثر تفصيلاً.

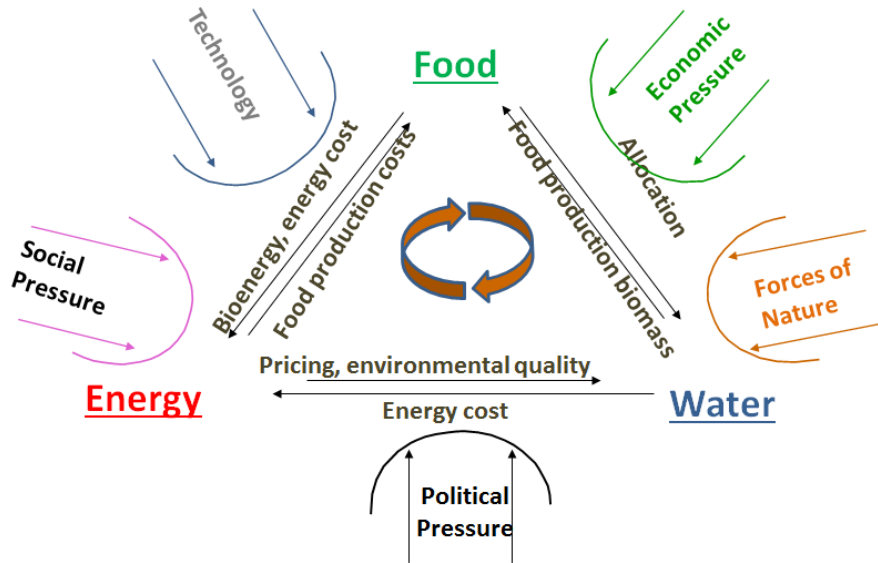
### الخلفية

يواجه مجتمعنا العالمي مخاطر وتحديات غير مسبوقه ترتبط مباشرة بطريقة فهمنا وإدارتنا الحالية للموارد. وإن توفير حلول مستدامة للتغلب على التحديات الراهنة يطرح الحاجة إلى دراسة الصلات الموجودة بين هذه الموارد. وتشكل النظم الأساسية لموارد المياه والطاقة والغذاء رابطة تتأثر بعوامل خارجية محددة. ويتجسد تعزيز التفكير التكامل في عملية التخطيط الاستراتيجي من خلال التأكيد على مستوى الترابط الوثيق بين هذه النظم. يشهد عالمنا وقتاً حرجاً في ظل التحديات العالمية المتمثلة بتزايد عدد سكان العالم إلى أكثر من ٧ مليارات يرافقه تصاعد الأزمات الاقتصادية وسوء إدارة الموارد الطبيعية والتغيرات المناخية والشك بالإضافة إلى تزايد الفقر والجوع. وترتبط هذه التحديات بالمخاطر الاجتماعية والاقتصادية والسياسية وبالاضطرابات الراهنة تلك التي ستواجه الأجيال القادمة. لذا يجري دراسة العلاقة الترابطية للموارد بما في ذلك المياه والغذاء والطاقة والتجارة والمناخ وتزايد عدد السكان وذلك في محاولة لتحديد أنواع ومدى الترابط الموجود بين هذه النظم. وبذلك يكون إنشاء هذه الترابطات نتيجة لإدراك الأبعاد المتعددة ومدى تعقيد المسألة.

### من الفصل إلى الربط

يرتبط الأمن المائي وأمن الطاقة والأمن الغذائي ارتباطاً وثيقاً. بعبارة بسيطة، إنتاج الغذاء يتطلب استخدام المياه. أما استخراج المياه ومعالجتها وإعادة توزيعها فيتطلب مورد الطاقة. بدوره يتطلب إنتاج الطاقة مورد المياه. كما تؤثر مواد الطاقة على أسعار المواد الغذائية وذلك عبر الأسمدة والحرق والحصاد والنقل والري ومعالجة المياه. بالإضافة إلى ذلك تشدد الضغوط البيئية والتغيرات المناخية ونمو الاقتصادات والسكان على العلاقات الموجودة بين النظم الثلاثة. "توجد حاجة إلى نهج ترابطي جديد لمعالجة المستويات الحالية من انعدام الأمن في الوصول إلى الخدمات الأساسية، وعلى هذا النهج أن يكون مدركاً على نحو أفضل للترابط والتوافق بين مختلف القطاعات الغذائية والمائية والطاقة بالإضافة إلى تأثير السياسات الخاصة بالتجارة والاستثمار والمناخ" (بون ٢٠١١، مؤتمر ٢٠١١). ووفقاً لتقرير المخاطر العالمية ٢٠١١ الذي جرى تقديمه في المنتدى الاقتصادي العالمي (٢٠١١)، تشكل الرابطة بين موارد المياه والغذاء والطاقة مخاطرة عالمية تهدد الأمن البشري والاجتماعي والسياسي بشكل كبير. فمن الشائع وجود عواقب غير مقصودة فيما يحاول صناع القرارات حل جزءاً من العلاقة بحيث يسيء إلى جزء آخر (المنتدى الاقتصادي العالمي، ٢٠١١). ولذلك، هناك حاجة لخلق إطار عمل شامل يحدد بوضوح وبالأرقام الروابط بين النظم ويدرك تأثير نظام على آخر (المهنتار، ضاهر، ٢٠١٢).

ويبين الرسم ١ إطاراً لمفهوم الروابط الموجودة بين المياه والطاقة والغذاء. كما يعرض العوامل التي تؤثر على الرابطة، بما في ذلك الضغوط الاجتماعية والسياسية والاقتصادية، فضلاً عن قوى الطبيعة ودور التكنولوجيا. وقد يسبب أي اضطراب في هذه العوامل الخارجية، إذا لم يتم معالجته جيداً، خطراً على أمن إحدى هذه الموارد، الأمر الذي يؤثر في النهاية على الموردين الآخرين. كما وتكمن تأثيرات متبادلة واضحة بين أمن الموارد، فعلى سبيل المثال أمن الطاقة مهدد بعدم توفر المياه لإنتاج الطاقة. أما الأمن المائي فقد لا يكون معرض للتهديد لجهة عدم توفر الطاقة وذلك يتوقف على طبيعة المياه المتاحة وما إذا كانت بحاجة إلى المعالجة أو النقل أو الضخ. بدوره يشكل انعدام الأمن المائي والطاقة خطراً واضحاً على تحقيق الأمن الغذائي. فمن حيث التخطيط، سواء كان على النطاق المحلي أو الوطني أو العالمي، يجب اتخاذ قرارات بشأن ضمان الأمن المائي وأمن الطاقة والغذاء، في الوقت عينه الذي يجري الاستجابة لمختلف الضغوط والقيود وتحديد التأثيرات المتبادلة بشكل واضح.



الرسم ١: الترابط بين الأمن المائي وأمن الطاقة والغذاء (المهتار ٢٠١١)

## المياه والطاقة

تمثل العلاقة بين موردي المياه والطاقة مسألة حرجة ومهمة فيما يتعلق بالأمن والأعمال التجارية والبيئة. فالطاقة هي المستهلك الرئيسي للمياه وتتطلب مصادر الطاقة المختلفة كميات مختلفة من إنتاج المياه. في المقابل تتطلب المياه ضخ الطاقة ومعالجتها ونقلها. وهناك ارتباط كبير بين الاتجاهات العالمية لاستهلاك الطاقة والمياه، حيث يوجد توقعات مقلقة للمستقبل من حيث زيادة الاستهلاك وقلة توفر الموارد. لذا تتطلب طبيعة العلاقة بين المياه والطاقة إدراكاً وافياً من أجل تأمين الدعم للتخطيط للمستقبل.

## المياه والغذاء

يواجه العالم خطر شح المياه حيث تعتبر الزراعة المستهلك الأساسي. فهي تشكل ما يقارب ٣١٠٠ مليار م<sup>٣</sup> أو ٧١ بالمئة من سحب المياه في العالم اليوم ومن المتوقع أن تزداد إلى ٤٥٠٠ مليار م<sup>٣</sup> بحلول عام ٢٠٣٠ (ماكيزي أند كومباني، ٢٠٠٩). بالإضافة إلى الزيادة في شح المياه، يواجه القطاع الزراعي تحدياً هائلاً لإنتاج مزيد من الغذاء بنسبة ما يقارب ٥٠٪ بحلول عام ٢٠٣٠ ومضاعفة الإنتاج بحلول عام ٢٠٥٠ (منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية OECD، ٢٠١٠). يجب الاعتراف بالمياه كمورد عالمي كما ويجب اعتبار كميات المياه التي توفرها الدول لإنتاج الطعام بمثابة خفض فاتورة المياه العالمية، الأمر الذي تقع مسؤوليته على عاتق العالم أجمع.

## الغذاء والطاقة

تعرض العالم من عام ٢٠٠٧ إلى عام ٢٠١١ لحالتين كبيرتين من ارتفاع أسعار المواد الغذائية، مما تسبب بعجز سكان العالم الأكثر ضعفاً على تحمل نفقات التغذية الأساسية. وفي أوقات الذروة، ارتفعت أسعار الأرز بنسبة ٢١٧ بالمئة مقارنة بأسعار عام ٢٠٠٦، وارتفع القمح من ناحية أخرى بنسبة ١٣٦ بالمئة والذرة بنسبة ١٢٥ بالمئة وفول الصويا بنسبة ١٠٧ بالمئة (شتاينبرغ، ٢٠٠٨). ينسب فريد ماجدوف في "أزمة الغذاء العالمية" الارتفاع في أسعار المواد الغذائية خلال تلك الفترة إلى عدة أسباب، أحدها ارتفاع أسعار النفط. وكان أحد الأسباب كذلك التحول في السياسة الزراعية في الولايات المتحدة وأوروبا وغيرها من البلدان التي تبنت سياسات الوقود الحيوي للحد من اعتمادها على النفط الخام. فعلى سبيل المثال، وضع الاتحاد الأوروبي هدفاً لإنتاج ١٠ بالمئة من الطاقة للنقل من خلال مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام ٢٠٢٠. وبالإضافة إلى ذلك، تشير التقديرات إلى أنه على مدى العقد المقبل ستخصص الولايات المتحدة حوالي ثلث محصول الذرة لإنتاج الإيثانول (بلومبرغ، ٢١ فبراير ٢٠٠٨).

## الاعتراف العالمي بالحاجة إلى التخطيط التكامل للموارد

أصبح الاهتمام شائعاً على المستوى العالمي في النظر في مسألة الترابط بين الموارد المائية وموارد الطاقة والغذاء وإدراك أهميته. فقد حصلت مسألة الرابطة بين الموارد المائية وموارد الطاقة والغذاء في السنوات الماضية على اهتماماً متزايداً من قبل صناع القرار في العالم. وتبين ذلك خلال أحد المناسبات الكبرى وهو مؤتمر بون نيكزس Bonn Nexus في عام ٢٠١١ والذي ركز بشكل واضح على الترابط بين المياه والطاقة والأمن الغذائي وأهميته في صنع القرار. وعلاوة على ذلك، في مؤتمر ريو + ٢٠، جرى تركيزاً خاصاً على العلاقة التي تربط هذه الموارد عند مناقشة الزراعة المستدامة والمدن المستدامة والصحة والتنوع البيولوجي والتصحر وغيرها من المواضيع. وكذلك قام الأمين التنفيذي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية حول التغير المناخي UNFCCC خلال مؤتمر الدول الأطراف في ٢٠١٢ بالتأكيد على أن نجاح تنفيذ وترجمة العلاقة بين الموارد يمكن أن تدعم التكيف مع تغير المناخ. وفقاً لذلك وعلى مستوى الأمم المتحدة، أكد الأمين العام للأمم المتحدة على استخدام نهج العلاقة بين الموارد وأشار إلى أهمية تضمين الأبعاد الاجتماعية والاقتصادية والبيئية في المناهج (الوزارة الفدرالية للتنمية الاقتصادية والتعاون BMZ، 2014).

وقامت حكومات عدة بالاعتراف بالرابطة بين هذه الموارد في طرقٍ متنوعة وعبر مبادرات مختلفة. فبدءاً من نوفمبر ٢٠٠٩ تبنت تسع ولايات أميركية على الأقل قانوناً يعترف بالرابطة بين الموارد المائية ومورد الطاقة (المؤتمر الوطني لمشروع الولاية NCSL، ٢٠٠٩)، كما وأنشأت وزارة الطاقة الأمريكية فريقاً تكنولوجياً للعمل على الرابطة بين الطاقة والمياه (WETT) لصياغة برنامج يعالج العلاقة بين الموردتين (وزارة الطاقة الأمريكية DOE، ٢٠٠٦). وفي إسبانيا يوجد جهود مشابهة حيث قامت دراسة برعاية المعهد الإسباني للتنوع والحفاظ على الطاقة (IDEA) بتقدير كمية استهلاك الطاقة لمعالجة المياه في المدن وتحلية مياه البحر وكذلك الدور الذي قد تلعبه التكنولوجيا الجديدة والسياسات في تخفيض كمية استهلاك الطاقة (مرصد تبصر التكنولوجيا الصناعية OPTI و المعهد الإسباني للتنوع والحفاظ على الطاقة IDEA، ٢٠١٠). كما وقام ملك المملكة المغربية بخطوة رائدة وعالمية في ما يتعلق بصنع القرارات بناءً على الرابطة بين الموارد حيث أنشأت وزارة الطاقة والمعادن والماء والبيئة. من ناحيتها قامت الوزارة الفدرالية للتنمية الاقتصادية والتعاون (BMZ) في ألمانيا بالتنسيق مع الوزارة الفدرالية للبيئة (BMU) بإدارة الوكالة الألمانية للتنمية (GIZ) لقيادة الجهود من أجل تنفيذ مناهج الترابط بين الموارد عبر إجراء حوارات منتظمة حول هذه الرابطة (الوزارة الفدرالية للتنمية الاقتصادية والتعاون BMZ و الوزارة الفدرالية للبيئة BMU، ٢٠١٣). وقد أطلق البنك الدولي أيضاً مبادرة "الطاقة العطشة"، وهي مبادرة عالمية تعالج الترابط بين إدارة المياه والطاقة. وتهدف هذه المبادرة إلى إعداد الحكومات من أجل التخطيط عبر جميع القطاعات بدعم من تحديد أوجه التآزر والمقايضات بين شبكات المياه والطاقة (البنك الدولي ٢٠١٣).

#### الحاجة إلى التعاون في الحكم وإلى تضيق الفجوة بين العلم وصناعة السياسة

إن نظم المياه والطاقة والغذاء معقدة ومتشابكة على نحو كبير. ولطالما تعامل صناع القرار في القطاعين العام والخاص مع هذه النظم الثلاثة على أنها منفصلة. ولكن في الوقت الذي تزايد فيه الضغوط على الموارد الطبيعية، يجب إدارة هذه النظم في آن واحد عبر مقارنة تعتمد على الربط بينها للوصول إلى فهم أفضل للترابط والمقايضة مما يجنب حدوث أزمة في الموارد الطبيعية. وبالتالي يكون المطلوب تحقيق مستوى أعلى من التعاون بين الجهات الحكومية المعنية بوضع استراتيجيات وسياسات لإدارة الموارد للمستقبل، الأمر الذي لا بديل له. وينبغي أن تتركز مهمة إجراء المزيد من البحوث في هذا المجال على تعزيز المناهج التكاملية وتسليط الضوء على أهميتها القصوى. كما وتكمن الحاجة في توحيد وتعزيز الجهود من أجل سد الفجوة بين المعرفة العلمية وصنع القرار.



## About the Authors

**Professor Rabi H. Mohtar** is the holder of TEES Endowed Professor at Texas AM University, College Station, USA. He is the Founding Executive Director of Qatar Environment and Energy Research Institute (QEERI) a member of Qatar Foundation, Research and Development and the Founding Executive Director Strategic Projects at Qatar Foundation Research and Development. Professor Mohtar's research focuses on conserving natural resources (including land, water, air, and biological resources) that face global challenges such as increasing food and water supplies for a growing population. He has received numerous international research awards and honors including the Kishida International Award for contributions to agricultural research and the Distinguished Alumni award from the American University of Beirut, Faculty of Agriculture and Food Sciences. He serves on the World Economic Forum's Climate Change Agenda Council (since 2011), the Board of Governors of the World Water Council (since 2012), the advisory board of the UNFCCC's Momentum for Change initiative (since 2012) among many other global leadership roles.

Contact info: [mohtar@tamu.edu](mailto:mohtar@tamu.edu)

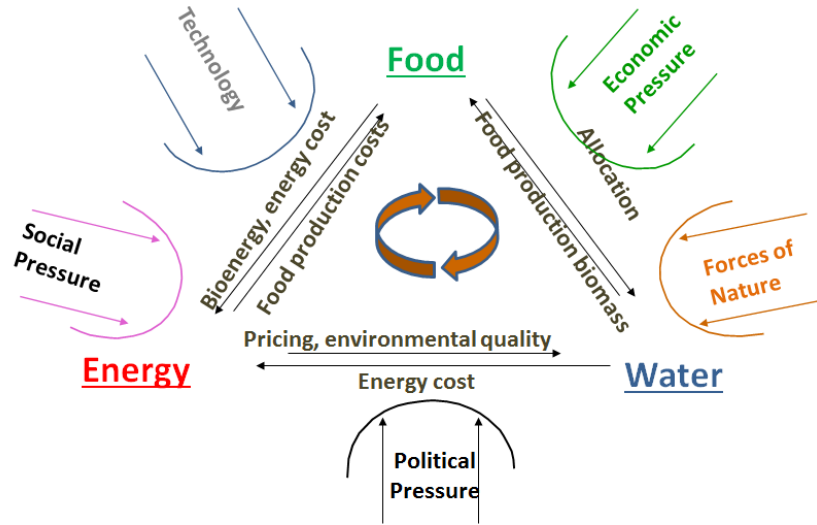
**Bassel Daher** is a Research Associate at Texas A&M University. For the last few years, Daher's work has been geared towards creating policy-oriented research in the areas of natural resource management and environmental sustainability. Daher received his Master of Science in Engineering from Purdue University in 2012. His research work has focused on quantifying the interlinkages between water, energy and food systems and developing the platform for scenario assessment and trade-off analysis. He also works on examining the role of climate change, growing population, changing economies, international trade, among others on the three interconnected systems. Daher continues to look at different water-energy-food nexus challenges across different scales, facing various regions of the world representing different ecozones and socio-economic dynamics.

Contact info: [bdaher@tamu.edu](mailto:bdaher@tamu.edu)

## (References) المراجع

1. Bonn 2011 Conference. The Water, Energy and Food Security Nexus: Solutions for the Green Economy, [http://www.water-energy-food.org/en/conference/policy\\_recommendations/ch1.html](http://www.water-energy-food.org/en/conference/policy_recommendations/ch1.html)
2. BMZ (2014). Sustainable Energy for Development. Retrieved form : [http://www.bmz.de/en/publications/type\\_of\\_publication/information\\_flyer/information\\_brochures/Materialie235\\_Information\\_Brochure\\_1\\_2014.pdf](http://www.bmz.de/en/publications/type_of_publication/information_flyer/information_brochures/Materialie235_Information_Brochure_1_2014.pdf)
3. Bloomberg (2008) Ethanol demand in U.S. adds to food, fertilizer Costs (Update3). <http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=aUIPybKj4IGs>
4. BMZ (2014). Sustainable Energy for Development. Retrieved form : [http://www.bmz.de/en/publications/type\\_of\\_publication/information\\_flyer/information\\_brochures/Materialie235\\_Information\\_Brochure\\_1\\_2014.pdf](http://www.bmz.de/en/publications/type_of_publication/information_flyer/information_brochures/Materialie235_Information_Brochure_1_2014.pdf)
5. DOE, 2006. Energy Demand on Water Resources—Report to Congress on the Interdependency of Energy and Water. United States, Washington D.C.  
11. FAO news release, <http://www.wfp.org/hunger/stats>
6. Fundacio'n OPTI&IDAE, 2010. Estudio de Prospectiva—Consumo Energético en el Sector del Agua (Prospective Study—Energy consumption in the water sector). Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía. Spanish Ministry of Industry, Tourism, and Commerce, Madrid, Spain.
7. McKinsey and Company (2009) Charting our water future: economic frameworks to inform decisionmaking, [http://www.mckinsey.com/App\\_Media/Reports/Water/Charting\\_Our\\_Water\\_Future\\_Exec%20Summary\\_001.pdf](http://www.mckinsey.com/App_Media/Reports/Water/Charting_Our_Water_Future_Exec%20Summary_001.pdf)
8. Mohtar, R.H., and Daher, B. 2012. *Water, Energy, and Food: The Ultimate Nexus*, Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering, Second Edition. DOI: 10.1081/E-EAFE2-120048376
9. NCSL, 2009. 11/01-LAST Update. Overview of the Water-Energy Nexus in the United States (Homepage of National Conference of State Legislatures) (Online). Available: <http://www.ncsl.org/?tabid=18025S> (2010, 11/18).
10. OECD. Sustainable Management of Water Resources in Agriculture; OECD: France, 2010.
11. Steinberg S (2008) Financial speculators reap profits from global hunger. Global Research - Centre for Research on Globalization, <http://www.globalresearch.ca/index.php?context=va&aid=8794>
12. WEF Nexus Tool 2.0 (2014). <http://wefnexus.org>
13. World Bank (2013). Thirsty Energy: Securing Energy in a Water-Constrained World. <http://www.worldbank.org/en/topic/sustainabledevelopment/brief/water-energy-nexus>
14. World Economic Forum. Global Risks 2011, Sixth Edition: An Initiative of the Risk Response Network, <http://riskreport.weforum.org/>

15. World Economic Forum (2011). Water Security: Managing at the Water-Food-Energy-Climate Nexus, <http://wefnexusool.org/docs/WEF%20Mohtar%20Water%20Energy%20Food%20security.pdf>



Food: الغذاء  
Energy: الطاقة  
Water: المياه  
Technology: التكنولوجيا  
Social Pressure: الضغوطات الاجتماعية  
Political Pressure: الضغوطات السياسية  
Forces of Nature: قوى الطبيعة  
Economic Pressure: الضغوطات الاقتصادية

Energy Cost: تكلفة الطاقة  
Pricing, environmental quality: التسعير، النوعية البيئية  
Food Production Costs: تكلفة إنتاج الغذاء  
Bioenergy, energy cost: الطاقة الحيوية، تكلفة الطاقة  
Food Production biomass: الكتلة الحيوية لإنتاج الغذاء  
Allocation: التوزيع