المجلة الدولية للتنمية - المجلد الرابع العدد الاول (2015): 97- 117
International Journal of Development, Vol.4, No.(1) (2015): 97-117
ISSN: 2314-5552 e-ISSN: 2314-5560 (Online)
www. ijd.byethost13.com e-mail: ijd_fas@yahoo.com

المياه الافتراضية كأداة لتحقيق الأمن المائي وكفاءة استعمال المياه في مصر

مرفت محمد عبد الوهاب
قسم الاقتصاد - كلية التجارة -جامعة الأزهر (فرع البنات) -القاهرة

المستخلص

تواجه مصر العديد من التحديات التى تتعلق بمواردها المائية فهى تواجه مفوضات ضاربة حول مياه النيل فيما يتعلق بقضية "سد النهضة "الاثيوبى وتأثير حصتها البالغة 55,5مليار متر مكعب سنويا , بالاضافة الى تزايد النمو السكاني , والتغيرات المناخية , وتلوث وتدهور نوعية المياه الامر الذى قد يؤدى الى حدوث فجوة مائية في مصر تقدر بنحو 18 مليار متر مكعب في عام **2050.** , ومن هنا تأتى أهمية المياه الافتراضية كأحد الأدوات المستخدمة لمعالجة الأزمات الناتجة عن الفجوة المائية وتحقيق الأمن المائي ، حيث أن تجارة المياه الافتراضية تتيح للدول التي تعاني من ندرة المياه استيراد المنتجات كثيفة الاستخدم للمياه مما يضمن للدول شحيحة المياه المحافظة على مواردها المائية, كما إن معرفة كمية المياه الافتراضية المتضمنة في السلع والمنتجات تسمح بحساب نفقة الفرصة البديلة لاستعمال المياه وذلك لمقارنة العديد من خيارات إنتاج المحاصيل ، ولتقدير المنافع من عملية استيراد أو تصدير السلع و المنتجات وذلك لاستعمال المياه بأقصى كفاءة ممكنة. وأوضحت النتائج أن تجارة المياه الافتراضية أمر واقع في مصر, ولكن لم يتم أخذها في الاعتبار في سياسات تخطيط وإدارة الموارد المائية بعد, حيث يجب إدخال قيمة المياه الافتراضية للمنتجات ضمن حسابات التكاليف والعوائد الاقتصادية حال اتخاذ القرارات الاقتصادية المتعلقة بالسياسات الإنتاجية والتصديرية والاستيرادية , وضرورة توعية المزارعين بمدى ندرة إمدادات المياه بمصر وذلك لضمان أن يتم استخدام المياه بكفاءة في الإنتاج المحلي ، وتحفيز إنتاج المحاصيل ذات القيم العالية للتصدير ، والحد من المساحة المزروعة بالمحاصيل ذات الاستخدام الكثيف للمياه , كما من المهم خلق وعي بيئي لدى الأفراد للانتفاع بالمياه ، حيث إن معرفة المياه الافتراضية لمختلف السلع والخدمات يخلق وعيًا لدى الأفراد بالأثر البيئي لاستهلاكهم هذه السلع والخدمات.

الكلمات المفتاحية : المياه الافتراضية , الامن المائى , كفاءة استخدام المياه , مصر

المقدمة

تعتبر موارد المياه العذبة ضمن أهم الثروات الطبيعية لكافة دول العالم, ولا تنبع قيمة المياه العذبة فقط من كون المياه ضرورة للحياة ولكن أيضاً لكونها عنصرا أساسيا لكافة محاور التنمية المستدامة, ولهذا يُعد موضوع المياه واحداً من أهم مرتكزات الأمن القومي والوطني في أي بلد في العالم ، خاصة في البلاد الجافة وشبه الجافة التي تعتمد على مصادر شحيحة للمياه, ومن هنا يتم البحث عن مصادر أخرى للمياه, وعادة تكون من خارج الحدود الدولية كما هو الحال بالنسبة لمصر ، وبالتالي فإن تعظيم الاستفادة من المياه وترشيد استخدامها يعتبر من أبرز القضايا القومية التي تهتم بها مصر.

مشكلة الدراسة :

تواجه مصر حاليًا مشكلة وتتجه إلى أزمة مستقبلية فيما يتعلق بما هو متاح لديها من المياه العذبة والذي لا يشهد أي نمو يذكر, بل هو مُعرض للانخفاض حيال قيام "سد النهضة الإثيوبي" بالإضافة إلى التغيرات في المناخ العالمي وتفاقم مشكلة الاحتباس الحراري وما ينتج عنه من قلة الأمطار ، وما يزيد الوضع سوءاً هو تدهور نوعية المياة والمتمثل في تلوث مياه النيل ، وكذلك سوء الاستخدام والهدر للموارد المائية المتاحة, هذا في الوقت الذي يتزايد فيه الطلب على المياه لتلبية إحتياجات النمو السكاني وزيادة الإنتاج ، ونتيجةً لهذه العلاقة غير المتوازنة بين جانبي العرض والطلب انخفض متوسط نصيب الفرد من المياه في مصر عن خط الندرة المائية والذي يقدر بـ 1000 م3 للفرد/سنة ليصل إلى 663م3 في عام 2013 وبالتالى فإن تضييق الفجوة بين الموارد المائية المتاحة والطلب المتزايد على المياه يعتبر من أكبر التحديات التي تواجهها مصر.

فرضية الدراسة:

تُعد المياه الافتراضية أداة فعالة يمكن باستخدامها الموازنة بين تحديات الندرة المائية ومتطلبات تحقيق الأمن المائي.

هدف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى الاستفادة من مفهوم المياه الافتراضية من أجل :

- استخدام المياه لتحقيق الأمن المائي .

- كفاءة استعمال المياه وترشيد استهلاكها .

ولتحقيق هدف الدراسة سوف يتم تقسيم الدراسة إلى أربعة مباحث على النحو التالي :
المبحث الأول: ونتناول فيه الوضع المائي الراهن والمستقبلي في مصر عن طريق التعرف على الموارد المائية المتاحة والاستخدامات المائية ودراسة مشاكل الوضع الراهن في مصر ثم تحليل الميزان المائي حاليًا ومستقبلاً.
المبحث الثانى: نعرض فيه مفهوم المياه الافتراضية وطرق حسابها واستخدامها كأداة لتحقيق الأمن المائي وكفاءة استعمال المياه وترشيد استهلاكها ، ونتعرف على مبادئ تقييم المياه الافتراضية وحساب تدفقات وموازين تجارة المياه الافتراضية كما نعرض بعض المؤشرات المرتبطة بمفهوم المياه الافتراضية.
المبحث الثالث: يتناول تطبيق تجارة المياه الافتراضية بين دول الخليج العربي كأحد النماذج التطبيقية للمياه الافتراضية وكذلك العوامل التي تتوقف عليها قدرة كل دولة على ممارسة تجارة المياه الافتراضية.
المبحث الرابع: يوضح النموذج المصري في تطبيق المياه الافتراضية ومدى جدوى هذا المفهوم بالنسبة لمصر.
ثم تختتم الدراسة بالخلاصة والنتائج والتوصيات.

منهجية الدراسة:
اتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي, وذلك من خلال عرض البيانات والمعلومات المتاحة عن الموارد المائية واستخداماتها في مصر حاليًا ومستقبلًا, وكذلك تحليل بيانات الصادرات والواردات المصرية لبعض السلع الزراعية والمنتجات الصناعية للتعرف على مدلولاتها لتحقيق أهداف الدراسة.

أولاً : الوضع المائي الحالي والمستقبلي في مصر
عندما تتسم المياه بمحدودية مواردها وتلوث وتدهور نوعيتها مع وجود طلب متزايد عليها تصبح المياه بمثابة السلعة الاستراتيجية الأولى ، وتصبح مشاكلها بمثابة أزمة, وتزداد حدة هذه الأزمة حينما يكون المورد الرئيسى للمياه خارج الحدود الجغرافية للدولة, وتنطبق هذه الحالة على مصر وهذا ما نوضحه فيما يلي :

1-مصادر الموارد المائية
تنقسم الموارد المائية إلى موارد مائية تقليدية وموارد مائية غير تقليدية ، فالموارد المائية التقليدية في مصر تنحصر في مياه نهر النيل والمياه الجوفية العميقة في الصحراء سواء الغربية أو الشرقية وفي سيناء ومياه الأمطار والسيول, أما الموارد المائية غير التقليدية فإنها تتمثل في مياه الصرف الصحى المعالج والصرف الزراعي والصناعي وتحلية مياه البحر, والموضح توزيع كمياتها بالجدول رقم (1) الذي يوضح مصادر الموارد المائية لمصر خلال الفترة من 2003/2002 - 2014/2013, وكذلك الشكل البيانى رقم (1) الذي يوضح التوزيع النسبي لها عام 2014/2013، وسوف نتناول هذه المصادر تباعًا :

1.1. نهر النيل
إن الإيراد السنوي لنهر النيل هو المصدر الرئيسي لموارد المياه في مصر, ويمثل نحو 94.6% من جملة الموارد المائية المتجددة المتاحة لمصر, وتبلغ حصة مصر من مياه النيل 55.5 مليار متر مكعب سنويًا طبقًا لاتفاقية عام 1959 مع السودان. وهى مياه تأتي من خارج الحدود لتصل أمام السد العالي بقيم متفاوتة من عام لآخر, ويستخدم خزان السد العالي في الموازنة بين الإيراد المائي الواصل عند أسوان والمياه المنصرفة خلف الخزان, وعن طريق هذا الخزان استطاعت مصر أن تضمن إيرادًا ثابتًا سنويًا من مياه نهر النيل.[1]

2.1. المياه الجوفية
تمثل المياه الجوفية مورًدا مهمًا للمياه العذبة في مصر ، وترجع أهميتها إلى كونها المورد الرئيسي في صحاري مصر والمناطق التي تقع بعيدا عن مجرى نهر النيل والتي لا تصل إليها مياه النهر. ويوضح الجدول رقم (1) ثبات كمية المياه الجوفية والتي تصل تقريبًا إلى 6.1 مليار م3/ سنة حتى عام 2007/2006 بينما زادت بنسبة قليلة لتصبح 6.7 مليار م3 عام 2014/2013.

3.1. الأمطار والسيول
تقع مصر في منطقة شديدة الجفاف شحيحة المطر ، حيث تتراوح معدلات سقوط الأمطار على مصر ما بين 120 إلى 150 ملليمتر سنويًا فوق الساحل الشمالي الغربي ، بينما تزيد في بعض الأحيان لتصل إلى 500 ملليمتر سنويًا على سواحل البحر الأحمر عند حلايب وشلاتين وأبو رماد في جنوب شرق مصر, ومثل هذا المعدل من الأمطار في أعلى معدلاته لا يوفر الحد الأدنى الذى تحتاجه مصر للزراعة على الأمطار, حيث يجب ألا يقل هذا المعدل عن 700 ملليمتر سنويًا لإمكانية الاستفادة منه,[2] وبالتالي فإن مياه الأمطار في مصر تستخدم فقط في ري بعض زراعات الساحل

الشمالي وإنبات مساحات محدودة من المراعي. أما السيول فتعتبر مصدرًا مائيًا مهمًا للمياه العذبة إن أمكن التحكم فيها وتجنب مخاطرها. وفي الواقع فإن مدى الاستفادة منها يعود بصفة أساسية إلى مدى انتظام حدوثها وحجم المياه المتوقع منها وكذلك مدى قرب مصادرها من مناطق الاستفادة منها, وتقدر مياه الأمطار والسيول بـ 1.3 مليار متر مكعب سنويًا على مدار السنوات 2003/2002 وحتى 2014/2013.

4.1. تدوير مياه الصرف الزراعي

تعتبر مياه الصرف الزراعي في مصر من أهم موارد المياه غير التقليدية والتي تعتمد عليها الدولة في التوسعات الزراعية. وقد بدأت مصر في تدوير مياه الصرف الزراعي منذ عام 1975. وهذه المياه هى المياه التي يتخلص منها النبات لزيادتها عن حاجته, ويتم إعادة استخدامها في الري مرة أخرى بعد معالجتها ، وقد زادت كمية تدوير مياه الصرف الزراعي من 4.4 مليار م3/سنة عام 2003/2002 إلى أن بلغت 11.1 مليار م3/سنة عام 2014/2013.

5.1. مياه الصرف الصحي المعالج

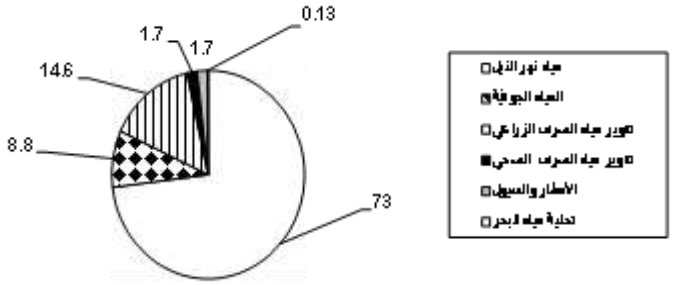
تمثل مياه الصرف الصحي عادم الاستخدامات السكانية التي معظمها مياه للشرب ، وفي مصر نوعان من شبكات الصرف الصحي ، الأولى منها تحمل مياه الصرف الصحي فقط ، والثانية تحمل مياه الصرف الصناعي بالإضافة إلى مياه الصرف الصحي ، ومياه هذا النوع من الشبكات تمثل الخليط الناتج عن استخدامات مياه الشرب ومياه الصناعة[3]. وتعتبر مياه الصرف الصحي المعالج من المصادر المائية التي يمكن استخدامها لأغراض الري بشرط أن تفي بالشروط الصحية المتعارف عليها عالميًا. وتسعى الدولة إلى التوسع في المساحة الزراعية المروية بمياه الصرف الصحي والتي يتوقع أن تصل إلى 250 ألف فدان في القاهرة والإسكندرية بعد معالجتها[4]، إلا أن إعادة استخدام مياه الصرف الصحي يترتب عليه كثير من الأضرار بالبيئة والإنسان والنبات. لذا يجب الاهتمام بنوعية ودرجات المعالجة. ويبين الجدول (1) زيادة كمية مياه الصرف الصحي المعالج من 0.9 مليار م3/ سنة عام 2002 /2003 إلى 1.3 مليار م3/ سنة عام 2014/2013 بنسبة زيادة 44.4%.

جدول (1): الموارد المائية لمصر خلال الفترة (2003/2002 - 2014/2013)

الوحدة : مليار م3/سنة

الموارد المائية	السنوات											
	2003/2002	2004/2003	2005/2004	2006/2005	2007/2006	2008/2007	2009/2008	2010/2009	2011/2010	2012/2011	2013/2012	2014/2013
الإجمالي :	**68.26**	**68.76**	**69.16**	**69.56**	**69.96**	**72.36**	**73.70**	**73.95**	**73.75**	**74.56**	**75.6**	**76**
حصة مياه نهر النيل	55.5	55.5	55.5	55.5	55.5	55.5	55.5	55.5	55.5	55.5	55.5	55.5
المياه الجوفية بالوادي والدلتا	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.2	6.3	6.3	6.3	7.5	6.70	6.70
تدوير مياه الصرف الزراعي	4.4	4.8	5.1	5.4	5.7	8.0	9.7	9.5	9.3	9.2	11.07	11.10
تدوير مياه الصرف الصحي	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.30
الأمطار والسيول	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.1	1.3	1.3	1.0	0.093	1.30
تحلية مياه البحر	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	-	0.05	0.05	0.06	0.06	0.10

المصدر : الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء [1]



شكل (1): التوزيع النسبي للموارد المائية عام 2014/2013
المصدر : تم حسابه من جدول رقم (1).

6-1. تحلية مياه البحر

مع زيادة احتياجات التنمية في المناطق الساحلية ظهرت الحاجة إلى تحلية مياه البحر كمصدر غير تقليدي للمياه, وتنتشر محطات التحلية في مناطق ساحل البحر الأحمر وجنوب سيناء والساحل الشمالي, إلا أنه حتى الآن لا يمكن التعويل على هذا المصدر لسد جزء من العجز المائي, وذلك لارتفاع التكلفة الاقتصادية لإنتاج المياه المحلاة, حيث نجد ثبات كمياتها عند 0.6 مليار م3/سنة خلال فترة الدراسة فيما عدا عامي 2010/2009 ، 2011/2010 حيث انخفضت إلى 0.5 مليار م3/سنة ، ثم إلى 0.1 مليار م3 في عام 2014/2013..

2. استخدامات الموارد المائية

يتوقف استخدام واستهلاك المياه على الظروف المناخية والتقدم التكنولوجي ووعي الأفراد بأهمية الحفاظ على المياه. وينقسم استخدام الموارد المائية إلى استخدام استهلاكى واستخدام غير استهلاكى ، يتمثل الاستخدام الاستهلاكى في الاحتياجات المائية للزراعة والصناعة ومياه الشرب والاستخدامات الصحية, أما الاستخدام غير الاستهلاكي فمثل الملاحة النهرية ومحطات توليد الطاقة الكهرومائية واستخدامات المياه للمزارع السمكية.

ويوضح الجدول رقم (2) استخدامات الموارد المائية في مصر خلال الفترة من 2003/2002 - 2014/2013والشكل البياني (2) يوضح التوزيع النسبي لها عام 2013/ 2014, ومنهما يتضح الآتى :

1.2. استخدامات قطاع الزراعة

الزراعة في مصر كما هو الحال في معظم دول العالم الثالث هي المستخدم الرئيسي للمياه, حيث نجد جهودًا مستمرة لزيادة الرقعة الزراعية لتوفير الغذاء للزيادة السكانية المطردة ويوضح الجدول رقم (2) أن الزراعة تستهلك الجزء الأكبر من الاحتياجات المائية في مصر حيث بلغت 62.3 مليار م 3 عام 2014/2013 أي مايمثل 82.3% من إجمالي الاستخدامات مقابل 57.8 مليار م3 عام 2003/2002 بنسبة زيادة 6.4%.

2.2. استخدامات مياه الشرب والاستخدامات الصحية

إن توفير مياه الشرب للمواطنين إحدى المهام الأساسية للحكومات ، كما يعد مؤشًرا مهمًا على مدى تقدم الدولة ورقيها بشرط أن تكون هذه المياه نقية ومطابقة للمواصفات الصحية العالمية [5], ويوضح الجدول رقم (2) تزايد استخدام قطاع مياه الشرب والاستخدامات الصحية للمياه من 5.4 مليار م 3 عام 2003/2002 ليصل إلى 9.95 مليار م 3 عام 2014/2013, وذلك نتيجة لزيادة عدد السكان والتحول إلى الحضر على حساب الريف وإدخال مياه الشرب النقية للريف.

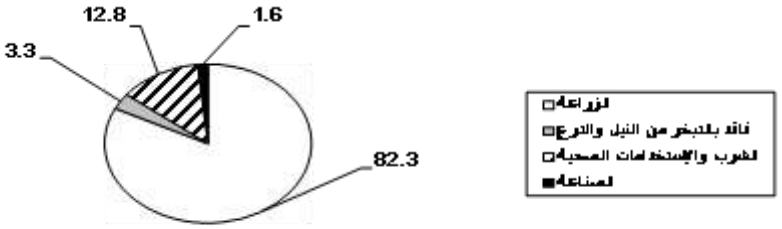
جدول (2): الاستخدامات المائية لمصر خلال الفترة (2003/2002 - 2014/2013)

الوحدة : مليار م3/سنة

الموارد المائية	السنوات											
	2003/2002	2004/2003	2005/2004	2006/2005	2007/2006	2008/2007	2009/2008	2010/2009	2011/2010	2012/2011	2013/2012	2014/2013
الإجمالي :	**66.6**	**67.1**	**67.8**	**68.6**	**69.3**	**70.2**	**73.6**	**73.9**	**73.8**	**74.5**	**75.5**	**76**
الزراعة	57.8	58.1	58.5	59.0	59.3	60.0	61.3	61.3	60.9	61.5	62	62.35
الفاقد بالتبخر من النيل والترع	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.1	2.2	2.40	2.50
الشرب والاستخدامات الصحية	5.4	5.6	5.8	6.1	6.5	6.6	9.0	9.4	9.6	9.6	9.90	9.95
الصناعة	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.20	1.20

المصدر : الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء[11]

شكل (2): التوزيع النسبي للاستخدامات المائية عام 2014/2013



المصدر : تم حسابه من جدول رقم (2).

3.2. استخدامات قطاع الصناعة

تختلف الاستخدامات المائية للصناعة طبقًا لطبيعة النشاط الصناعي, فبعض الصناعات تستخدم مياه الشرب النقية, مثل صناعة الدواء والصناعات الغذائية ، وهناك صناعات تستخدم المياه الجوفية العميقة النقية في تعبئة مياه الشرب المعدنية ، وأخرى تستخدم المياه الخام سواءً من نهر النيل أم من الترع والمصارف مثل صناعة الكيماويات والأسمنت والحديد والصلب [6] ، وتشير البيانات إلى أن إجمالي الاستخدامات المائية لقطاع الصناعة كان 1.1 مليار م 3 عام 2003/2002 مقابل 1.2 مليار م 3 عام 2014/2013, وهذا يمثل 1.6% من إجمالي الاستخدامات المائية في عام 2014/2013..

3.3. الفاقد بالتبخر من نهر النيل والترع

تبلغ كمية المياه الفاقدة بالتبخر من نهر النيل والترع حوالي 2.5 مليار م3 عام 2014/2013, وهي تمثل 3.3% من إجمالي استخدامات المياه لنفس العام.

4.3. الاستخدامات الأخرى

الاستخدامات المائية لا تقف عند حد الاستهلاك الزراعي والمنزلي والصناعي ، ولكنها تتعداها إلى عدة استخدامات أخرى, وأهمها هو الملاحة النهرية وتوليد الطاقة الكهرومائية والاستزراع السمكي ,بالإضافة إلى الاحتياجات البيئية والترفيه[7].

4. الوضع المائي الراهن في مصر

مع تزايد متطلبات التنمية الاقتصادية والزيادة السكانية ظهرت العديد من المشاكل التي ترتبط بالمياه والتي يمكن تقسيمها إلى : مشاكل خارجية ومشاكل داخلية, وذلك كما يلي:

1.4. مشاكل المياه الخارجية

ترتبط مصر بدول حوض النيل بعلاقات رسمية عريقة وموثقة عن طريق العديد من الاتفاقيات الثنائية ومتعددة الأطراف ، وقد نظمت هذه الاتفاقيات العلاقة بين مصر ودول حوض النيل خلال فترة الاحتلال وبعد الاستقلال، وتقوم هذه الاتفاقيات في الأساس على عدم السماح لأي طرف من الأطراف الموقعة عليها بالإقدام على أي نشاط أو مشروع على مجرى النيل يمس مصلحة الدول الأخرى. بالإضافة إلى بعض الاتفاقيات التي تعمل على تنفيذ بعض المشروعات المشتركة ، وتهدف في الأساس إلى تحقيق مصلحة الدول الأطراف. وقد دخلت مصر في العديد من مشروعات تنمية مجرى نهر النيل مع دول الحوض بهدف زيادة نصيب الدول المختلفة من المياه من خلال تنمية مجرى النهر وتخفيض حجم الفاقد من المياه ، وكان من هذه المشروعات مشروع قناة جونجلي ، ومشروع تخفيض الفاقد بمستنقعات مشار وحوض نهر السوباط , وقد واجهت اتفاقيات حوض النيل خاصة اتفاقية عام 1929 والذي يمقتضاها يبلغ نصيب مصر والسودان نحو 75% من مياه النيل واتفاقية 1959 بين مصر والسودان التي تعطي مصر الحق في استخدام 55.5 مليار م3 من مياه النيل والسودان 18.5 مليار م3 العديد من الاعتراضات والرفض من معظم دول حوض النيل وهي: أثيوبيا ، أوغندا ، روندا ، تنزانيا ، كينيا ، بوروندي والتي شكلت في مجموعها جبهة الرفض والدعوة لتغيير الاتفاقيات متخذة ذريعة أن هذه الاتفاقيات قد أبرمت في أغلبها خلال فترة الاحتلال بين مصر ودول الاحتلال نيابة عن دول حوض النيل التي كانت واقعة تحت الاحتلال[8] ، وهو ما أوقف تنفيذ العديد من المشروعات على مجرى نهر النيل.

وفي أبريل 2011 وضعت أثيوبيا حجر أساس بناء سد النهضة الأثيوبي والذي قد يؤدي إلى فقد مصر 15 مليار متر مكعب سنويًا من حصتها من مياه النيل. وهذا يعد إثارة للمشاكل [9]. وقد أكد بعض الخبراء على أن مسئولية التفاوض مع دول حوض النيل وصيانة الاتفاقيات الثنائية مع تلك الدول تقع على عاتق القيادة السياسية ، والتي تبذل جهودًا حثيثة لتحسين العلاقات.

2.4. مشاكل المياه الداخلية

يمكن تقسيم المشاكل الداخلية المتعلقة بالموارد المائية إلى نوعين ,وهما :

مشاكل طبيعية

تتمثل مشاكل المياه الطبيعية في التصحر والجفاف ، ففي مصر نجد أن 96% من مساحتها يعاني من التصحر والجفاف, فمصر بلد جاف نادر الأمطار, حيث يتراوح معدل سقوطها ما بين 120 - 150 ملليمتر سنويًا فوق الساحل الشمالي الغربي ، وقد تزيد في بعض الأحيان إلى 500 ملليمتر سنويًا على سواحل البحر الأحمر ، وهذا المعدل لتساقط الأمطار لا يوفر مياهًا آمنة تستطيع مصر الاعتماد عليها.

وأيضًا ظاهرة تغير المناخ والاحتباس الحراري التي قد تؤدي إلى زيادة درجة الحرارة 1.4 درجة مئوية مما قد يزيد من انخفاض معدل سقوط الأمطار, وبالتالي مزيد من الجفاف والتصحر. هذا بالإضافة إلى حدوث اختلاف شديد في معدلات الفيضان السنوي للنيل, الأمر الذى قد يؤدي إلى نقص الإيراد الواصل إلى بحيرة ناصر بحوالي 1.9 مليار م3 سنويًا[10].

مشاكل بشرية

الهدر والإسراف وسوء الاستخدام للمياه

من المشكلات المهمة التي أدت إلى تزايد حدة مشكلة ندرة ومحدودية المياه الهدر والإسراف وسوء استخدام المياه ,حيث نجد أن متوسط فاقد شبكات الري بين أسوان والحقول خلال الفترة 2003- 2012 هو 15.7 مليار متر مكعب في السنة تفقد ما بين البخر والتسرب والذى يصعب التحكم في كليهما, ويحتاج ذلك إلى استثمارات باهظة التكاليف [11]. أما فاقد شبكات مياه الشرب فقد زاد من 1.2 مليار متر مكعب عام 2003/2002 بنسبة 13.2% من كمية المياه المنتجة إلى 1.9 مليار متر مكعب عام 2012/2011 بنسبة 20.9% من إجمالي المياه المنتجة ، ويرجع ذلك إلى الفقد في مرحلة الإنتاج والاستهلاك والتوزيع ، والفاقد بسبب الإهمال سواء في الوصلات المنزلية أو في الجهاز الإداري للدولة وأخيرًا الفاقد في الأغراض الصناعية, وهذا الفاقد بأنواعه المختلفة يمثل خسارة للاقتصاد القومي[12].

وتوجد صور عديدة من الإسراف وسوء استخدام المياه منها على سبيل المثال لا الحصر ما يلي:

- طرق الري القديمة التي تعتمد على الري بالغمر بينما أغلب دول العالم تستخدم طرق الري الحديثة والتي تتمثل في الري بالتنقيط أو الرش وذلك توفيراً لاستخدام المياه.
- استخدام مياه الشرب النقية في المصانع الصغيرة والورش ومحطات الوقود وغسيل السيارات ، ورش الحدائق الخاصة.

تلوث مياه النيل

إن توافر المياه بكميات كبيرة مع عدم صلاحيتها للشرب أو للاستخدام التنموي بسبب التلوث يعد ندرة مائية, وتسمى الندرة الكيفية للمياه, إذ إنه سيؤدي في النهاية إلى عدم القدرة على استخدم تلك المياه ، والوضع المائي في مصر ينحصر بين محدودية الموارد المائية بالنسبة لاستخداماتها وتلوث المياه.

ويُعرف تلوث المياه بأنه كل تغيير في الصفات الطبيعية أو الكيميائية أو البيولوجية للمياه يحد من صلاحيتها أو يجعلها غير صالحة للاستعمالات المختلفة. وقد تعرض نهر النيل إلى تلوث خطير نتيجة التوسع في المشروعات الصناعية والزراعية والحضرية وزيادة عدد السكان.

ويصرف في نهر النيل على طول مجراه من أسوان إلى مصباته عند دمياط ورشيد كميات كبيرة من المخلفات السائلة بطريقة مباشرة وغير مباشرة (عن طريق الترع والمصارف التي تصب في نهر النيل وفروعه), ويمكن تقسيم المخلفات التي تصرف في نهر النيل كالتالي:

1- مخلفات الصرف الصناعي

تعتبر مناطق التجمع الصناعي أهم مصادر التلوث على طول النهر, حيث تتخلص معظم المصانع من مخلفاتها في أقرب مجرى مائي سواءً كان ذلك نهر النيل أو الترع أو المصارف الزراعية أو البحيرات.

وتقدر الملوثات الصناعية غير المعالجة بحوالي 405 مليون طن سنويًا من بينها 50 ألف طن مواد ضارة جدًا، 35 ألف طن من قطاع الصناعات الكيميائية ، 270 طن يوميًا من الملوثات العضوية الصناعية ، 14 مليون طن مخلفات صلبة ، 120 ألف طن ملوثات ناتجة من المستشفيات من بينها 25 ألف طن مواد تدخل في حيز شديد الخطورة[13].

2. الصرف الزراعي

قدرت مخلفات الصرف الزراعي بحوالي 3500 م3 / سنة ممثلة في صورة مخلفات تحمل مبيدات حشرية ومخصبات كيميائية وصرف آدمي[14] ، حيث زاد الاعتماد على المخصبات الكيمياوية لتعويض الأراضي الزراعية عن الطمي الذى كان يحمله فيضان النيل.

3. الصرف الصحي

يعتمد نظام الصرف الصحي في معظم مناطق الجمهورية على تجميع مياه الصرف الصحي ثم صرفها في أقرب مجرى مائي دون معالجة, وقد ساعد على تفاقم المشكلة عدم تناسب خدمات الصرف الصحي مع معدلات الزيادة المستمرة في عدد السكان, ويشكل الصرف الصحي مصدرًا كبيًرا وخطيرًا لتلوث المجاري المائية في مصر نظرًا لاحتواء مياه الصرف الصحي على الكثير من المواد العضوية الضارة.

4. التلوث الحراري

تعتبر محطات القوى الكهربائية مصدرًا من مصادر تلوث المسطحات المائية في مصر نتيجة صرف مياه التبريد ومياه المراجل والمخلفات السائلة الناتجة عن المحطات. وهي لا تعتبر مخلفات سائلة بالمعنى المفهوم لأنها لا تحتوي على ملوثات إضافية تذكر سوى كميات قليلة من المركبات الكيميائية التي تضاف لمياه التبريد لمنع التآكل والصدأ. وهذه المياه تخرج من محطات توليد الكهرباء ودرجة حرارتها مرتفعة قليلاً عن درجة حرارة المياه المستقبلة لها (أعلى بحوالي 7 درجات مئوية) وتعتبر آثار هذا التلوث الحراري محدودة للغاية.

5. تلوث المياه الجوفية

يتزايد تلوث المياه الجوفية في مصر خاصة في وادي النيل والدلتا نتيجةً لتسرب المياه الملوثة (مثل مياه الصرف الصحي ومياه الصرف الزراعي المحملة بالمخصبات والمبيدات ومياه الصرف الصناعي) إلى الخزانات. وقد أوضحت التحاليل أن المياه الجوفية في بعض مناطق الدلتا تحتوي على تركيزات عالية من الميكروبات والنترات والفوسفات والمبيدات والمعادن الثقيلة (مثل الحديد والمنجنيز) والألومنيوم مما يجعل هذه المياه الجوفية غير مطابقة لمواصفات مياه الشرب التي نصت عليها منظمة الصحة العالمية.

ويؤدي تلوث المياه إلى الإصابة بالعديد من الأمراض المعوية والطفيلية ، وتعتبر البلهارسيا والكوليرا من أهم الأمراض الناتجة عن تلوث المياه ، ويليها التيفود والدوسنتاريا ، والالتهاب الكبدي الوبائي وغيرها[15].

6. الميزان المائي لمصر حاليًا ومستقبلاً

يقصد بالميزان المائي : عملية الموازنة والمقارنة بين إجمالي حجم الموارد المائية التقليدية وغير التقليدية في فترة زمنية معينة وبين إجمالي حجم المياه المطلوبة واللازمة لسد مختلف الاحتياجات خلال الفترة الزمنية نفسها [16], ويمكن التعرف على حقيقة أزمة المياه في مصر من خلال تحليل الميزان المائي لمصر حاليًا ومستقبلاً والموضح بالجدول (3).

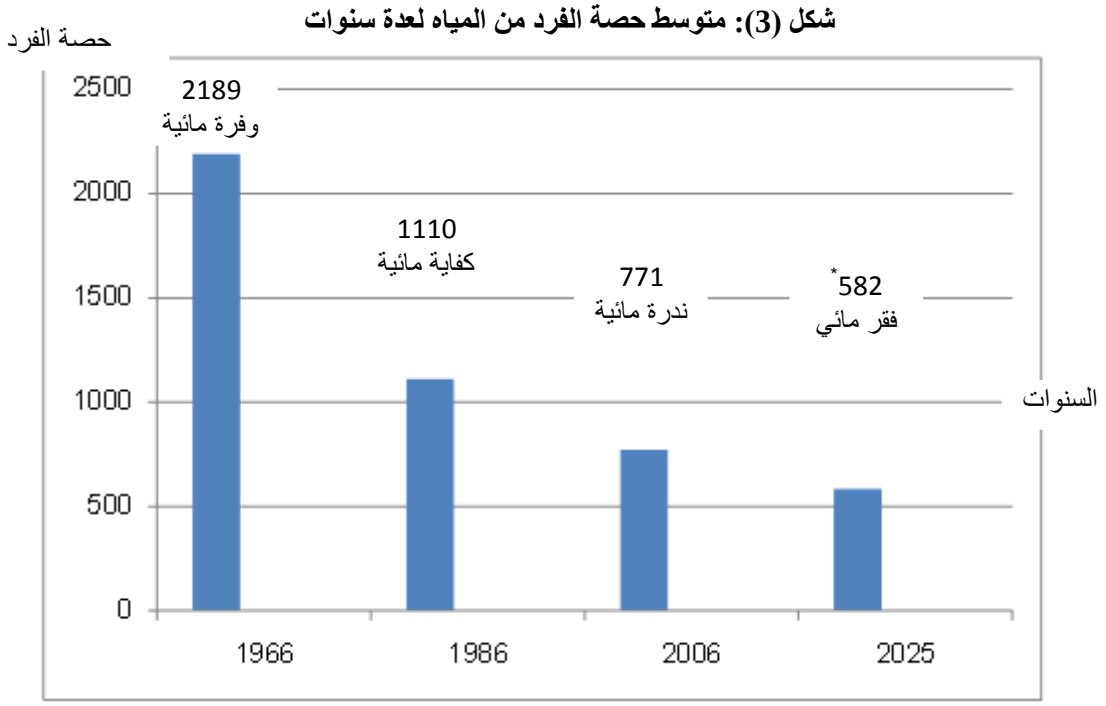
جدول (3): الميزان المائي لمصر حاليًا ومستقبلاً

الاستخدامات المائية (مليار متر مكعب/السنة)			الموارد المائية (مليار متر مكعب/ السنة)		
	*2014	**2050		*2014	**2050
الزراعة	62.35	68	حصة مياه النيل	55.5	55.5
الشرب والاستخدامات الصحية	9.95	14.2	المياه الجوفية بالوادي والدلتا	6.70	12
الفاقد بالبخر من النيل والترع	2.50	2.5	إعادة استخدام مياه الصرف الصحي والزراعي والصناعي	12.40	18.5
الصناعة	1.20	6			
			أمطار وسيول	1.30	1.5
			تحلية مياه البحر	0.1	1.75
إجمالي	76	90.7	إجمالي	76	89.15

المصدر :
* الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء [45]
** وزارة الموارد المائية والري [46].

وبمقارنة الموارد بالاستخدامات في عام 2014 ومع الأخذ في الاعتبار نسبة الفاقد من المياه يتضح لنا أن أوضاع مصر المائية حرجة للغاية, أما إذا قارنا الموارد بالاستخدامات لعام 2050 فإن الوضع سيزداد صعوبة ليس فقط لوجود فجوة مائية تقدر بحوالي 1.6 مليار متر مكعب في السنة ولكن لأن هذه التقديرات قد اعتمدت على إضافة تسعة مليارات من الأمتار المكعبة إلى الإيراد المائي من خلال إنجاز مشروع قناة جونجلي ، وتطبيق نظم الري الحديثة التي سوف توفر 4 مليار متر مكعب من الماء, وتطوير التركيب المحصولي ليوفر 3 مليار متر مكعب [17], الأمر الذي يعني أن العجز سوف يقترب من 18 مليار متر مكعب في حالة عدم إنجاز تلك المشروعات والتي بالفعل لم ينجز منها إلا ما يخص التركيب المحصولي. وبصفة عامة يمكن الحكم على معاناة أي دولة من وجود أزمة مياه إذا انخفضت مواردها السنوية المتجددة من المياه العذبة إلى 1000 متر مكعب في السنة للفرد, حيث تعتبر الدولة في هذه الحالة في حالة ضغط مائي أو ندرة مائية [18] وبالنظر إلى الشكل (3) يتضح لنا أنه في عام 1966 كان متوسط نصيب الفرد من المياه 2189 متر مكعب, وكان ذلك في مرحلة الوفرة المائية ، وأصبح 1110 متر مكعب عام 1986, وهي مرحلة الكفاية المائية ,ثم 771 متر مكعب عام 2006, وهي مرحلة الندرة المائية ، ومن المتوقع وفقًا لدراسات وزارة الموارد المائية والري أن يصبح 582 متر مكعب في عام 2025, أي يصل إلى مستوى الفقر المائي ، وهو ما سوف يسبب أزمة خانقة للاقتصاد المصري.

شكل (3): متوسط حصة الفرد من المياه لعدة سنوات



المصدر : الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء [47].
وزارة الموارد المائية والري [48]

وهكذا يتضح لنا أن زيادة أو تنمية الموارد المائية في مصر بموارد إضافية لتغطية احتياجات المستقبل من المياه مسألة تقف في سبيلها عقبات كثيرة ، حتى وإن أمكن لنا الحصول على موارد إضافية فإنها لا تفي بالاحتياجات المتنامية الأمر الذى جعل مصر تنتقل من عصر وفرة المياه إلى الندرة, وهذا يفرض علينا العمل على استخدام الموارد المائية المتاحة بأعلى كفاءة ممكنة, ولذلك كان لابد من النظر إلى مفهوم "المياه الافتراضية" كأحد الأدوات التي بدأ استخدامها عالميًا لتعظيم الاستفادة من الموارد المائية المتاحة والذي قد يساهم في ترشيد استهلاك المياه خاصةً على مستوى القطاع الزراعي والذى يعتبر أكبر مستخدم للمياه. وهذا ما سنتناوله بالشرح والتوضيح في الجزء التالي.

ثانيًا : المياه الافتراضية وكفاءة استخدام الموارد المائية

في ظل تحديات الندرة المائية التي ترتسم معالمها بشكل كبير على المستوى القومي وبين متطلبات التنمية المستدامة التي تعد سبيلاً أساسيًا لحياة آمنة تبرز أهمية مفهوم المياه الافتراضية "Virtual water" كوسيلة يمكن عن طريقها تحقيق الأمن المائي و رفع كفاءة استخدام المياه وترشيد استهلاكها.

1 - مفهوم المياه الافتراضية

أدخل توني آلان "Tony Allan" مفهوم المياه الافتراضية في عام 1993 إلا أن الإقرار بأهمية المفهوم في تحقيق الأمن المائي أخذ عقدًا من الزمان. ويستند مفهوم المياه الافتراضية إلى أن كل ما نأكله ونلبسه ونستعمله في حياتنا اليومية يحتاج إلى ماء لإنتاجه, ووفقًا لهذا المفهوم فإنه لإعداد كوب من القهوة سعة 125 ملي نحتاج إلى 140 لتراً من المياه، وهو ما يعني أننا بحاجة إلى أكثر من 1100 قطرة من المياه لإنتاج قطرة واحدة من القهوة ، وهذه المياه تم استخدامها في زراعة وإنتاج وتعبئة وشحن حبوب القهوة المستخدمة. ولنتناول كوباً من الشاي سعة 250 ملي نحتاج إلى 34 لتراً من الماء ، وهذا يعني أن الفرد إذا اختار كوباً من القهوة بدلاً من كوب الشاي زاد في استهلاك المياه حوالي 4 أضعاف[19].

وكمثال آخر تقدر حاجة الفرد البيولوجية من مياه الشرب اليومية من 2 - 4 لتر ، وهذه الكمية تزيد بما يعادل 1000 مرة لإنتاج الغذاء اليومي لهذا الفرد.[20]

ويطلق على المياه التي يتم استخدامها في عملية الإنتاج الزراعي والإنتاج الصناعى أو الخدمي والتي تستخدم في إنتاج المنتج "المياه الافتراضية" ، ومن هنا فعندما يقرر بلد ما يعاني من ندرة المياه استيراد المنتجات التي تتطلب الكثير من المياه في إنتاجها أو زراعتها (المنتجات كثيفة الاستخدام للمياه) فإن هذا يعني استيراد المياه الافتراضية الخاصة بهم ,أي استيراد المياه المستخدمة في إنتاجهم بدلاً من استيراد الماء الحقيقي المكلف للغاية, مما يخفف الضغط على مواردها المائية[21].

فعلى سبيل المثال عندما يستورد بلد ما مليون طن من القمح إنما يستورد فعليًا معه المياه الافتراضية أي المياه اللازمة لزراعة تلك الكمية من القمح[22] والتي تبلغ مليار م3 ، مما يعني زيادة مواردها المائية بهذا المقدار.

2- تعريف المياه الافتراضية

المياه الافتراضية هى المياه المتضمنة في المنتج أو السلعة أو الخدمة ليس بالمعنى الحقيقي ، ولكن بالمعنى الإفتراضي, أي : هي المياه اللازمة لإنتاج المنتج أو السلعة أو الخدمة , وهى بالتالي تعتبر ضئيلة جدًا من حيث الحجم إذا ما قورنت بالمياه المادية الفعلية ، وقد عُرفت هذه المياه أيضًا باسم "المياه الخارجية" "exogenous water".[23]

وبصورة أكثر دقة يمكن تعريف المياه الافتراضية من الناحية الكمية باستخدام منهجين مختلفين :

المنهج الأول: من وجهة نظر الإنتاج , فيُعرف المياه الافتراضية بأنها المياه المستخدمة في إنتاج المنتج أو السلعة أو الخدمة, وهذا يتوقف بالطبع على ظروف الإنتاج والتي تتضمن مكان وزمن الإنتاج وكفاءة استخدام المياه والظروف المناخية لموقع الإنتاج ، فعلى سبيل: المثال لزراعة كيلو جرام من الحبوب في ظل ظروف مناخية رطبة مثل هولندا أو كندا فإنه يحتاج لحوالي 1-2 متر مكعب من المياه. في حين إنه سوف يحتاج إلى 3-5 متر مكعب من الماء لو زرع في بلد جاف, حيث درجة الحرارة مرتفعة ، ونسبة التبخر عالية.

أما المنهج الثاني : فهو من وجهة نظر المستهلك, ويعرف المياه الافتراضية بأنها كمية المياه المطلوبة لإنتاج المنتج أو السلعة أو الخدمة في المكان المطلوب إنتاجه فيه [24] ، وهذا التعريف يعني المفاضلة بين إنتاج السلعة من مكان إلى آخر. ويصدق هذا التعريف تحديدًا إذا عرض السؤال التالي : كم هي كمية المياه المتوفرة إذا تم استيراد المنتج من الخارج بدلاً من إنتاجه محليًا[25].

3- حساب كمية المياه الافتراضية للمنتجات

تقدير وقياس المحتوى المائي الفعلي للمنتج أو السلعة ليس مهمة سهلة لأن هناك العديد من العوامل التي تؤثر على كمية المياه المستخدمة في عمليات الإنتاج ، وينبغي على الأقل أن تؤخذ العوامل التالية في الاعتبار عند تقدير وحساب محتوى المياه الافتراضية لأي منتج أو سلعة :

- المكان والفترة الزمنية (الموسم) لإنتاج المنتج أو السلعة.

- قياس كميات المياه المستخدمة في حالة إنتاج المحاصيل المروية.
- كميات المياه الملوثة نتيجة للري إن وجدت.
- قياس كفاءة استخدام المياه في إنتاج السلع والمنتجات.
- حساب وتضمين المياه المهدرة في التقدير.
- حساب نسب المياه الافتراضية للمدخلات الوسيطة إلى محتوى المياه الافتراضية للسلعة أو المنتج النهائي[26].

وكمثال تقريبي لهذا المفهوم فإن الجدول (4) يوضح كمية المياه الافتراضية لعدد من المحاصيل والمنتجات والتي قام بتقديرها عدد من المتخصصين والعاملين في هذا المجال.

جدول (4): كمية المياه الافتراضية لبعض المحاصيل والمنتجات

المنتجات	حجم المياه الافتراضية م3/ للطن	المنتجات	حجم المياه الافتراضية م3/ للطن
القمح	1692	قطن	3500
الشعير	6390	السكر	1422
الذره	1390	نحاس	500
البطاطا	409	نيكل	800
الفول السوداني	6926	حديد	200
فول الصويا	12390	ألمونيوم	1500

المصدر : كفاح محمد حسيان [38]

2- المياه الافتراضية أداة لتحقيق الأمن المائي

إن نقل المياه في صورتها الحقيقية من البلدان ذات الوفرة المائية للبلدان ذات الندرة المائية يكون من الصعب جدًا بسبب المسافات الكبيرة والتكاليف المرتبطة بها ، إلا أن تجارة المياه الافتراضية تتيح للدول التي تعاني من ندرة المياه استيراد المنتجات كثيفة الاستخدم للمياه مما يضمن للدول شحيحة المياه المحافظة على مواردها المائية[27].

ووفقًا لنظرية التجارة العالمية فإنه يجب على الدول أن تصدر المنتجات التي تملك ميزة نسبية في إنتاجها ، وتستورد المنتجات التي لا تملك ميزة نسبية في إنتاجها ، وبناءً على ذلك يكون من المفيد إنتاج السلع أو المنتجات التي تتطلب كميات كبيرة من المياه في البلدان ذات الوفرة المائية – وذلك لكون مياهها رخيصة الثمن - وغالبًا ما تتم تجارة المياه الافتراضية بين بلد ذى إنتاجية مرتفعة نسبيًا للمياه وبلد آخر ذى إنتاجية منخفضة لها. وبالتالي يحصل توفير في المياه لكلا البلدين، وعلى مستوى العالم ، الأمر الذي يخفف من الضغوط على الموارد المائية لبلد أو مجتمع تسوده ندرة مائية

وحيث ينظر إلى هذه المياه الافتراضية كمورد إضافي بديل للمياه المحلية يمكن استعماله كأداة لإنجاز أو تحقيق الأمن المائي المحلي والإقليمي[28].

كما أن الإنتاج الأمثل ليس فقط مسألة اختيار مواقع الإنتاج بحكمة ولكن أيضًا التوقيت المناسب للإنتاج , ويمكن التغلب على فترات نقص المياه من خلال إنشاء خزانات المياه الاصطناعية , ولكن كبديل يمكن أن يتم تخزين المياه أيضًا في شكلها الافتراضي على صورة مواد غذائية, وهذا يمكن أن يكون وسيلة أكثر كفاءة وأكثر ملاءمة للبيئة في سد فترات الجفاف من بناء السدود الكبيرة لتخزين المياه مؤقتًا, وهذا ما حدث في زمن نبي الله يوسف عليه السلام[29].

3- المياه الافتراضية وكفاءة إستعمال المياه وترشيد استهلاكها

إن معرفة كمية المياه الافتراضية المتضمنة في السلع والمنتجات تسمح بحساب نفقة الفرصة البديلة لاستعمال المياه وذلك لمقارنة العديد من خيارات إنتاج المحاصيل ، ولتقدير المنافع من عملية استيراد أو تصدير السلع و المنتجات وذلك لاستعمال المياه بأقصى كفاءة ممكنة. كما أن مفهوم المياه الافتراضية له أثر كبير في توجيه سياسات الدول تجاه ترشيد مواردها المائية فمعرفه محتوى المياه الافتراضية للمنتجات يعطي فكرة عن حجم المياه اللازمة لإنتاج مختلف السلع ومن ثم معرفة أي السلع يكون له تأثير كبير على النظام المائي ، وكيف يمكن تحقيق وفر مائي من خلال ذلك , فالدول الشحيحة بالموارد المائية تتخذ قرارًا بالتوقف عن زراعة أو إنتاج المنتجات كثيفة الاستهلاك للماء واللجوء لاستيرادها من الدول الغنية بالمياه.

4- مبادئ تقييم قيم المياه الافتراضية

هناك خمسة مبادئ مقترحة لتقييم قيم المياه الافتراضية, وهي كما يلي :

1.4. مبدأ القيم المشتركة

نظرًا لتداول المياه الافتراضية بين البلاد على مستوى العالم فلابد من وجود قيم مشتركة تستخدم كمعيار يتم الرجوع إليه عند تحليل ومقارنة تدفقات المياه الافتراضية ، وهذا يتطلب اعتبار المياه المستهلكة بصورتها الطبيعية في مواقع إنتاجية معينة هي المعيار الذي يتم الرجوع إليه, إلا أنه توجد بعض التساؤلات عن الأساس الذي بناءً عليه يتم اختيار موقع ما أو بلد ما هي المعيار ، إلا أنه يبدو منطقيًا اختيار المواقع أو البلاد ذات إنتاجية المياه المرتفعة كمعيار يتم بناءً عليه إجراء عملية التحليل والمقارنة لتدفقات المياه الافتراضية.[30]

2.4. مبدأ الربح الجدى في إنتاجية المياه

إن قيم المياه الافتراضية المتضمنة في السلع والمنتجات ذاتها ليست ثابتة في كل الأماكن وفي كل البلاد ، فهي تختلف من مكان إلى آخر, فتوجد أماكن ذات إنتاجية مرتفعة للمياه أكثر من غيرها, ومن هنا يجب على متخذي القرارات المتعلقة بالسياسات المائية والزراعية ربط القيم الدولية للمياه الافتراضية بالبدائل المحلية وذلك للمفاضلة بين أماكن الإنتاج واختيار الأفضل منها . ومن هنا يمكن اتخاذ القرار بالإنتاج المحلي أو الاستيراد , أي إمكانية تحديد مكان الإنتاج ومكان الاستهلاك , كما أن نقل السلع والمنتجات لا يقتصر فقط على النقل المكاني من مكان الإنتاج إلى مكان الاستهلاك بل يشمل أيضًا نقل الفترات الزمنية من فترة الإنتاج إلى فترة الاستهلاك وذلك عن طريق تخزين المنتجات والسلع ، ففي بعض الفترات الزمنية يكون مستوى إنتاجية المياه مرتفعًا أكثر من فترات أخرى. فمثلاً يتم تخزين الغذاء خلال السنوات الرطبة ذات الإنتاجية المرتفعة للمياه لاستهلاكية خلال السنوات الجافة ذات الإنتاجية المنخفضة للمياه, ويسمى الفرق في قيمة المياه الافتراضية بين مكان الإنتاج ومكان الاستهلاك ، وكذلك اختلافها بين زمان الإنتاج وزمان الاستهلاك بالربح الحدي لإنتاجية المياه[31] ، والذي يمكن حسابه كما يلي:

الربح الحدي لإنتاجية المياه (م3/كجم) وفقًا للمكان=المياه الافتراضية لمكان الاستهلاك- المياه الافتراضية لمكان الإنتاج
الربح الحدى لإنتاجية المياه (م 3/كجم) وفقًا للزمان= المياه الافتراضية لفترة التخزين -المياه الافتراضية لفترة الاستخدام.[32]

3.4. مبدأ تكافؤ المحتوى الغذائي

عند اتخاذ قرار بإنتاج السلع والمنتجات محليًا مقابل استيرادها توجد حالات ينعدم فيها الخيار المحلي ، فمثلاً في ألمانيا لا يمكن زراعة الأرز نتيجة لاعتبارات طبيعية معينة ، وبالتالي فهي إما أن تستورده أو تنتج منتجات أخرى (واحداً أو أكثر) تعادل الأرز في المحتوى الغذائي له والمتمثل في البروتين والكالسيوم والحديد وما إلى ذلك.[33]

مبدأ الإحلال

تؤدى واردات المياه الافتراضية لبلد ما إلى توفير الموارد المائية المحلية لها واستخدامها في مجالات أخرى, إلا أن هذا الحال لا يحدث دائماً, فبعض الموارد المائية لها استخدامات محددة يصعب استبدالها بأخرى. وكمثال على هذا نجد أن قطعان الماعز في موريتانيا تتربى على الأمطار والمراعي, فإذا رأت موريتانيا تخفيض إنتاجها من الماعز فإن هذا القرار لا يعود عليها بالفائدة فيما يتعلق بتوفير المياه , حيث لا توجد استخدامات أخرى بديلة لمياه الأمطار غير المراعي.[34]

مبدأ الانكماش

إن إنتاجية المياه غير ثابتة على مر الزمن ، حيث زادت بشكل كبير خلال العقود القليلة الماضية, لذلك لا يمكن اعتبار محتوى السلع والمنتجات من المياه الافتراضية ثابتًا على مر الزمن حتى لنفس البلد.[35]

5. حساب تدفقات وموازين تجارة المياه الافتراضية المحلية

تحسب تدفقات تجارة المياه الافتراضية بين البلاد عن طريق ضرب تدفقات التجارة الدولية للمحصول بمحتوى المياه الافتراضية المقترنة بها , ويتوقف الأخير على طلب المياه النوعي للمحصول في البلد المصدر, أي : مكان إنتاج المحصول , وبالتالي تحسب تجارة المياه الافتراضية من خلال تطبيق المعادلة التالية :

$$VWT(n_e, n_i, c,) = CT(n_e, n_i, c,t) \times SWD\ (n_e,c)$$

حيث:

VW T : تجارة المياه الافتراضية (م3/سنة) | n_e : البلد المصدر
n_i : البلد المستورد | C : المحصول
t : السنة | CT : تجارة المحصول (طن/سنة)
SWD : طلب المياه النوعي (م3/طن)

وتحسب الكمية الإجمالية للمياه الافتراضية المستوردة للبلد (n_i) والتي تمثل المستوردات من المعادلة التالية :

$$\mathbf{GVWI(n_i, t) = \Sigma\ VWT\ (n_i, n_e, c,t)}$$

أما الكمية الإجمالية للمياه الافتراضية المصدرة من البلد (n_e) والتي تمثل الصادرات فتحسب من المعادلة التالية :

$$\mathbf{GVWE(n_e, t) = \Sigma VWT\ (n_e, n_i, c,t)}$$

ويساوي صافي تجارة المياه الافتراضية لبلد ما المجموع الكلي للمياه الافتراضية المستوردة مطروحًاًمنها المجموع الكلي للمياه الافتراضية المصدرة , وبالتالي يكون ميزان تجارة المياه الافتراضية كما يل :

$$\mathbf{NVWI_{(x,t)} = GVWI_{(x,t)} - GVWE_{(x,t)}}$$

حيث:

NVWI : صافي المياه الافتراضية المستوردة للبلد x (م3/سنة)

وتكون قيمة صافي المياه الافتراضية المستوردة لهذا البلد إما موجبة , وهذا يعني أن واردات المياه الافتراضية أكبر من صادراتها من المياه الافتراضية وما سالبة وهذا يعني أن صادرات هذا البلد من المياه الافتراضية تفوق وارداتها منها. [36]

6. مؤشرات مرتبطة بمفهوم المياه الافتراضية

1.6. البصمة المائية (Water Foot Print)

البصمة المائية هي مؤشر لحجم المياه العذبة الكلية المستخدمة في الإنتاج والاستهلاك , وكذلك لحجم ونوع التلوث الناتج عن عمليات الإنتاج , وقد أدخل هذا المؤشر الباحث Hoekestra في عام 2002 من أجل تحديد الاستهلاك الفعلي من المياه للفرد والبلد خلال فترة زمنية معينة , وتتكون بصمة المياه من ثلاثة عناصر و هى:

البصمة المائية الزرقاء : وتشير إلى حجم المياه الزرقاء أي مياه الأنهار والمياه الجوفية المستهلكة في إنتاج السلع.

البصمة المائية الخضراء : وتعبر عن حجم المياه الخضراء (مياه الأمطار) والتي تستخدم في إنتاج محاصيل وإنبات مساحات من المراعي.

البصمة المائية الرمادية : مؤشر يعبر عن حجم المياه العذبة المطلوبة لنزع الملوثات الناتجة عن عملية معينة. [37]

2.6. حساب البصمة المائية

البصمة المائية تقيس وتحدد الاستهلاك الفعلي من المياه وتعطي معلومات حقيقية للاستهلاك المائي غير المعلومات التقليدية عن كميات سحب المياه السطحية والجوفية المستخدمة في القطاع الزراعي والصناعي والمنزلي والتي تستخدم في حساب الميزان المائي السنوي ، ومن ثم فإن كميات المياه المستخدمة فعليًا تختلف عن كميات السحب من المياه السطحية والجوفية المحلية ، وهذا الفرق يتمثل في المياه الافتراضية المستوردة والمصدرة , أي في تجارة المياه الافتراضية بين البلاد. [38]

وتنقسم البصمة المائية للمستهلكين في بلد ما إلى : البصمة المائية الداخلية والبصمة المائية الخارجية والمتمثلة في المعادلة التالية :

$$\mathbf{WF_{(cons,\ nat)} = WF_{(cons,\ nat,\ int)} + WF_{(cons,\ nat,\ ext)}}$$

حيث :

$\mathbf{WF_{(cons,\ nat)}}$ **:** البصمة المائية للمستهلكين داخل البلد (البصمة المائية الكلية للبلد) .

$\mathbf{WF_{(cons,\ nat,\ int)}}$ **:** البصمة المائية الداخلية للبلد .

$\mathbf{WF_{(cons,\ nat,\ ext)}}$ **:** البصمة المائية الخارجية للبلد.

وتُعرف البصمة المائية الداخلية للبلد بأنها إجمالي الموراد المائية المحلية التي تستخدم في إنتاج السلع والخدمات التي يستهلكها السكان داخل البلد ناقص حجم المياه الافتراضية المصدرة إلى البلاد الأخرى والمتضمنة في المنتجات التي تم إنتاجها باستخدام الموارد المائية المحلية وتم تصديرها إلى بلاد أخرى, ويمكن حسابها من المعادلة التالية :

$$WF_{(cons,nat,int)} = DWW+IWW + AWU - VWE$$

حيث :
DWW : كمية المياه المستهلكة في القطاع المنزلي.
IWW : كمية المياه المستهلكة في القطاع الصناعي .
AWU : كمية المياه المستهلكة في القطاع الزراعي.
VWE : المياه الافتراضية المصدرة إلى البلاد الأخرى.

أما البصمة المائية الخارجية فتعرف بأنها حجم موارد المياه المستخدمة في بلاد أخرى لإنتاج السلع والمنتجات التي يستهلكها السكان داخل البلد محل البحث أي حجم المياه الافتراضية المستوردة ناقص حجم المياه الافتراضية التي أعيد تصديرها من المنتجات المستوردة , وتتمثل في المعادلة التالية :

$$WF_{(cons,nat,ext)} = VWI - VWE,r$$

حيث :
VWI : حجم المياه الافتراضية المتضمنة في السلع والمنتجات المستوردة من بلاد أخرى.
VWE,r : حجم المياه الافتراضية التي أعيد تصديرها والمتضمنة في السلع والمنتجات التي أنتجت باستخدام سلع ومنتجات الواردات. (39)

7. حساب ندرة المياه الوطنية وتبعية المياه والاكتفاء الذاتي المائي

سبق وأن أوضحنا أنه وفقًا لتجارة المياه الافتراضية يفترض أن البلاد ذات الندرة المائية يمكن أن تستورد المنتجات كثيفة الاستخدام للمياه بدلاً من إنتاجها محليًا والبلاد ذات الوفرة المائية تصدر المنتجات كثيفة الاستخدام للمياه، وبناءً على ذلك تحتاج البلاد إلى معرفة وحساب المؤشرات الآتية :
- الندرة المائية (WS) ، - تبعية المياه الافتراضية (WD) ، - نسبة الاكتفاء الذاتي للمياه المحلية (WSS).

- مؤشر الندرة المائية (WS)

$$WS = \frac{WU}{WA} \times 100$$

حيث :
WU : الموارد المائية المستعملة (م3/سنة)
WA : إجمالى الموارد المائية (م3/سنة)

وتتراوح الندرة المائية بين الصفر والمائة وإن كان في بعض الحالات ترتفع هذه النسبة عن المائة (مثل المياه الجوفية المعدنية).

- مؤشر تبعية المياه الافتراضية (WD)

وهو يساوي نسبة البصمة المائية الخارجية على البصمة المائية الكلية كما هو موضح :

$$WD = \frac{WF_{(cons,\ nat,\ ext)}}{WF_{(cons,\ nat)}} \quad x \quad 100$$

ويوضح هذا المؤشر مستوى اعتماد البلد محل البحث على الواردات المائية الخارجية في صورتها الافتراضية ، وتتراوح قيمته بين الصفر والمائة ، فإذا كان إجمالي واردات وصادرات المياه الافتراضية في حالة توازن فإن قيمة هذا المؤشر تساوي الصفر ، وفي المقابل إذا كانت البلد تعتمد كليًا على استيراد المياه الافتراضية فإن قيمة هذا المؤشر تساوى مائة.

- مؤشر الاكتفاء الذاتي للمياه المحلية (WSS)

وهو يساوي نسبة البصمة المائية الداخلية على البصمة المائية الكلية كما هو موضح :

$$WSS = \frac{WF_{(cons, nat, int)}}{WF_{(cons, nat)}} \quad x \quad 100$$

وتكون قيمة هذا المؤشر مائة إذا كانت المياه المحلية تكفي لسد جميع إحتياجات المستهلكين من السلع والمنتجات , أما إذا كان قيمة هذا المؤشر تساوى صفراً فإن هذا يعني أن البلد يعتمد على المياه الافتراضية المستوردة لسد جميع احتياجات المستهلكين, وهذا المؤشر يعتبر المكمل لمؤشر التبعية المائية حيث إن :

$$WD + WSS = 1$$

ومعنى هذا أنه كلما زادت نسبة الاكتفاء الذاتي من المياه المحلية لبلد ما قلت نسبة تبعية المياه الافتراضية لديها للخارج. [40]

ثالثًا : تطبيق تجارة المياه الافتراضية

تمثل تجارة المياه الافتراضية فرصًا للدول ذات الندرة المائية في تحقيق أمنها الغذائي عن طريق استيراد جزء من احتياجاتها الغذائية من الأسواق العالمية عوضًا عن استعمال مياهها النادرة في إنتاج جميع احتياجاتها من المنتجات الزراعية ذات الاستهلاك الكبير للمياه واستعمال مياهها المحدودة للنشاطات التي تخلق قيمًا زائدة أكبر.

ونحن هنا سوف نتعرف على نموذج لتطبيق تجارة المياه الافتراضية وإلى أي مدى أمكن الاستفادة منها ، وكذلك نعرض العوامل التي تتوقف عليها قدرة كل دولة على ممارسة تجارة المياه الافتراضية.

1. تطبيق تجارة المياه الافتراضية على دول الخليج العربية

تصنف دول مجلس التعاون الخليجي ضمن الدول الجافة وشبه الجافة بسبب وقوعها في إقليم شبه الجزيرة العربية الصحراوي الذي يعاني من ندرة الموارد المائية, حيث لا يتوافر لدول الخليج العربي أي مصادر سطحية للمياه العذبة ، وتعتبر المياه الجوفية المصدر الطبيعي الوحيد الذي يمكن استثماره فيها, وتنقسم هذه المياه إلى : عذبة (تستخدم لأغراض الشرب ، والاستعمالات المنزلية) ومياه قليلة الملوحة (وتستخدم لأغراض الزراعة ، وسقاية الماشية) والمياه عالية الملوحة، (وتستخدم لأغراض خاصة بعد تحليتها), إضافةً إلى ذلك نجد أن معدل النمو السكاني في تزايد بشكل ملحوظ, وهذا بالطبع يصاحبه زيادة في المتطلبات المائية , ولذلك لجأت هذه الدول إلى تجارة المياه الافتراضية فيما بينها كأحد المقومات لتحقيق الاكتفاء الذاتي خاصة في القطاع الزراعي والذى تمثل في الحبوب والخضروات ، الفواكه والتمور ، اللحوم الحمراء ، الدواجن، والألبان[41].

ويوضح الجدول رقم (5) كمية المياه الافتراضية الإجمالية للصادرات والواردات لهذه الفئات الست لكل دولة وكذلك نسبتها من إجمالي الموارد المائية التقليدية وغير التقليدية لعامي 2000 و 2006 . حيث يتضح أن نسبة المياه الافتراضية الإجمالية الصادرة لعام 2000 للمملكة العربية السعودية إلى الموارد المائية الكلية (التقليدية وغير التقليدية) 1.6% , أما المياه الافتراضية الإجمالية الواردة تبلغ 0.38% بينما في عام 2006 ارتفعت نسبة المياه الافتراضية الإجمالية الصادرة إلى الموارد المائية الكلية 4.5% , في حين أن نسبة المياه الافتراضية الإجمالية الواردة قد بلغت 1.1%.

جدول (5): نسبة المياه الافتراضية الصادرة والواردة الإجمالية إلى الموارد المائية (التقليدية وغير التقليدية) في دول مجلس التعاون الخليجي لعامي 2000 ، 2006

الدولة	2000				2006			
	كمية المياه الافتراضية (م م3)		نسبة المياه الافتراضية إلى الموارد المائية الكلية% (التقليدية وغير التقليدية)		كمية المياه الافتراضية (م م3)		نسبة المياه الافتراضية إلى الموارد المائية الكلية% (التقليدية وغير التقليدية)	
	الصادرات	الواردات	الصادرات	الواردات	الصادرات	الواردات	الصادرات	الواردات
المملكة العربية السعودية	155.6	35.7	1.6	0.38	425.5	105.7	4.5	1.1
مملكة البحرين	0.09	83.7	-	24.0	0.79	99.6	0.36	46
الكويت	26	228.5	2.4	21.6	6.3	233.0	1	38.7
سلطنة عمان	42.3	25	2.9	1.7	49.1	38.8	3.4	2.7
الإمارات	غير متاح	غير متاح	غير متاح	غير متاح	43.1	65.7	3.5	5.3

المصدر : إقبال العتيبي وأخرون [41]

حيث تعتبر المملكة العربية السعودية هى المُصدر الأكبر لدول المنطقة, أما بالنسبة لمملكة البحرين فتوضح البيانات استفادتها من تجارة المياه الافتراضية سواءً في عام 2000 أو 2006 وإن كانت نسبة المياه الافتراضية الواردة إلى الموارد المائية الكلية عام 2006 بلغت 46% , الأمر الذي يدل على عِظَم استفادة البحرين من تجارة المياه الافتراضية. يليها دولة الكويت , حيث زادت نسبة المياه الافتراضية الواردة إلى الموارد المائية الكلية من 21.6% إلى 38.8% فيما بين عامي 2000 و 2006.

وعمومًا توضح لنا بيانات الجدول أن معظم الدول محل البحث قد استفادت من تجارة المياه الافتراضية , وعليه يمكن القول : إن واردات المياه الافتراضية إلى الدول التي تعاني من ندرة المياه يمكن أن يخفف الضغط على الموارد المائية في تلك الدول , ويمكن إعتبارها كمصدراً بديلاً للمياه في هذه الدول.

وعلى العكس من ذلك فإن صادرات المياه الافتراضية للدول التي تعاني من ندرة مائية تشكل عبئًا على هذا المورد النادر مما يدفع هذه الدول إلى إعادة النظر في سياسة التصدير الخاصة بهم ، وهذا ما ينطبق على وضع السعودية والتي تقوم بتصدير كميات كبيرة من مياهها الافتراضية , حيث نجد أن نسبة المياه الافتراضية الصادرة إلى الموارد المائية الكلية زادت من 1.6% عام 2000 لتصل إلى 4.5% عام 2006 , الأمر الذى يشكل عبئًا على مواردها المائية في المدى الطويل إذا استمرت على هذا الحال , يليها في هذا الوضع سلطنة عمان التي زادت فيها هذه النسبة من 2.9% عام 2000 إلى 3.4 عام 2006 ، وكذلك دولة الكويت وإن كانت هذه النسبة قد انخفضت من 2.4% إلى 1% فيما بين عامي 2000 و 2006 , أما دولة الإمارات فهي الأخرى نسبة المياه الافتراضية الصادرة منها مرتفعة , حيث تبلغ 3.5% من الموارد المائية الكلية المتاحة لديها عام 2006, ونظرًا للوضع المائي الحرج لهذه الدول فإنه يجب عليها إعادة النظر في سياسة التصدير الخاصة بها خاصة أن هذه السلع المصدرة كثيفة الاستهلاك للماء.

2. العوامل التي تتوقف عليها ممارسة تجارة المياه الافتراضية

تم تحديد أربعة أبعاد رئيسية يمكن عن طريقها تحديد قدرة كل دولة على ممارسة تجارة المياه الافتراضية , وهي :

- القوة الاقتصادية للدولة , وهو يعتبر العنصر الأساسي والأهم والذي يترجم في مدى توفر العملات الأجنبية لديها لشراء المياه الافتراضية المتضمنة في سلع الواردات.
- الاحتياجات المائية ومدى توافرها لكل دولة.
- مقدار المياه التي يستهلكها قطاع الزراعة ، ومدى مساهمته في الناتج المحلي الإجمالي.
- مقدار المياه التي يستهلكها قطاع الصناعة ، ومدى مساهمته في الناتج المحلى الإجمالى.

وهذه الأبعاد الأربعة قد تساعد في قرارها بشأن تجارة المياه الافتراضية[42].

رابعًا : النموذج المصري في تطبيق مفهوم المياه الافتراضية

اتضح لنا من الجزء السابق كيف أن الدول التي تعاني من ندرة المياه يمكن لها تحقيق الأمن المائي والغذائي عن طريق استيراد المنتجات كثيفة استهلاك المياه بدلاً من إنتاجها محليًا.

وهذا الوضع ينطبق على مصر أيضًا , فبفحص الخبرات المصرية نجد أنه منذ عقد الستنيات وفرت المياه الافتراضية رؤية واضحة تجاه دور الصادرات والواردات الزراعية في تحقيق الأمن الغذائي [43], وحاليًا تستورد وتصدر مصر كميات كبيرة ومتزايدة من المياه الافتراضية.

1. تجارة المياه الافتراضية

مصر كمعظم دول العالم تقوم باستيراد وتصدير المياه الافتراضية من خلال الصادرات والواردات للسلع الزراعية والمنتجات الحيوانية والمنتجات الصناعية , حيث يوضح الجدول رقم (6) تجارة المياه الافتراضية بمصر في الفترة من 1996 - 2005 والذي يتبين منه الآتى :

جدول (6): متوسط تجارة المياه الافتراضية بمصر في الفترة من 1996 - 2005

بالميلون متر مكعب

	المنتجات الزراعية		المنتجات الحيوانية		المنتجات الصناعية		الإجمالي	
	صادرات	واردات	صادرات	واردات	صادرات	واردات	صادرات	واردات
الكمية	7086.1	32125.4	2833.5	1562.3	755.5	536	10675.1	34223.7
النسبة	%66.4	%93.8	%26.6	%4.6	%7	%1.6	%100	%100

المصدر :

M. Mekonnen and A. Hoekstra [37]

خلال العشر سنوات في الفترة من عام 1996 - 2005 كان متوسط الواردات من المياه الافتراضية حوالي 34.223 مليار متر مكعب سنويًا ، استحوذت المنتجات الزراعية على النصيب الأكبر بنسبة بلغت حوالي 93.8% من إجمالي الواردات ، يليها المنتجات الحيوانية بفارق كبير , حيث بلغت نسبتها 4.6% من إجمالي الواردات , ثم المنتجات الصناعية بنسبة 1.6% لذات الفترة. أما الصادرات من المياه الافتراضية فبلغت حوالي 10.675 مليار متر مكعب كمتوسط سنوي للفترة من 1996 وحتى 2005 شكلت فيها المحاصيل والمنتجات الزراعية نسبة 66.4% من إجمالي الصادرات ، في حين كانت نسبة المنتجات الحيوانية حوالي 26.6% ، أما المنتجات الصناعية فبلغت نسبتها حوالي 7% لذات الفترة.

وبمقارنة حجم المياه الافتراضية الواردة بالمياه الافتراضية الصادرة يتبين أن تجارة المياه الافتراضية لمصر خلال تلك الفترة قد حققت وفورات مائية بلغت حوالي 23.548 مليار متر مكعب كمتوسط سنوي خلال الفترة من 1996 إلى 2005 , وهو ما يمثل حوال 34% من إجمالي الموارد المائية لمصر عام 2005, وهذا ما يعني أنه خلال تلك الفترة تمكنت مصر من تحقيق الأمن المائي لها من خلال استيراد المياه الافتراضية, كذلك يوضح الجدول رقم (7) تحقيق وفرات مائية بلغت حوالي 20 مليار متر مكعب كمتوسط سنوي خلال الفترة من 2010 – 2013, وذلك من واردات بعض المنتجات الزراعية الهامة ، كما يبين الجدول فقد حوالي 626 مليون متر مكعب من الماء كمتوسط سنوي متمثل في الصادرات من الأرز ، الأمر الذي يستلزم عدم المبالغة في زراعة الحاصلات المستنزفة للمياه والاكتفاء بالحد المناسب منها والذي يحقق الاكتفاء الذاتي فقط دون فائض للتصدير ، والعمل على التوسع في الزراعات عالية الكفاءة في استخدام المياه مثل البطاطس والموالح للاكتفاء الذاتي والتصدير.

جدول (7): متوسط كمية المياه الافتراضية الواردة والصادرة لبعض المحاصيل الهامة بمصر في الفترة من 2010 – 2013

بالمليون متر مكعب

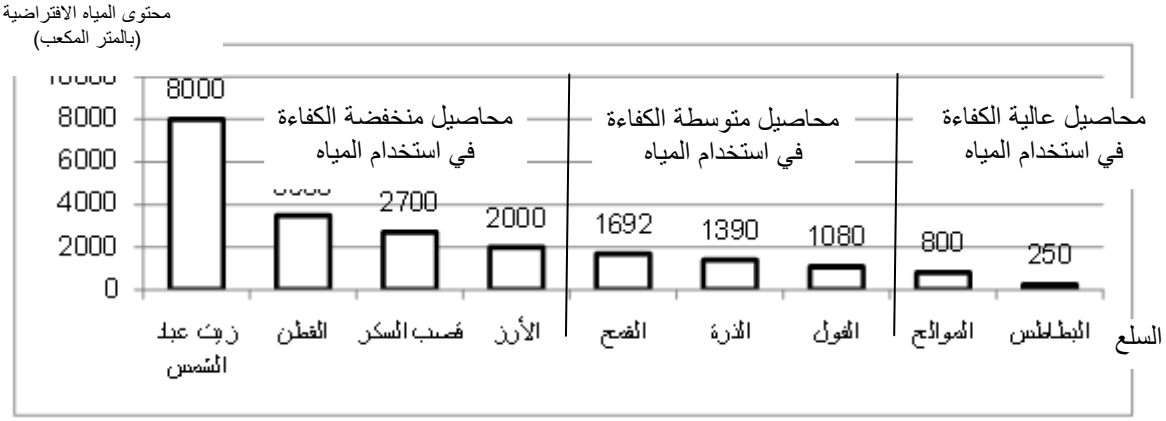
المنتجات	متوسط المياه الافتراضية للواردات	متوسط المياه الافتراضية للصادرات
القمح	13940	34
الذرة	7363	13
الأرز	84	626
قصب السكر	0.7	54
الفول	308	14
البطاطس	49	123
الموالح	6	846
عباد الشمس	320	16
الإجمالى	**22071**	**1726**

المصدر : تم حساب القيم بواسطة الباحثة بالرجوع إلى :
- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء [49]
- أسامة محمد سلام [44]

2. المياه الافتراضية وترشيد استهلاك المياه

محتوى المياه الافتراضية في المحاصيل الزراعية يرتبط ارتباطًا وثيقًا بكفاءة المحاصيل المختلفة في استخدام المياه ، فهناك المحاصيل عالية الكفاءة في استخدام المياه والتي بالطبع يكون محتواها من المياه الافتراضية منخفضًا ، وعلى العكس تمامًا فالمحاصيل منخفضة الكفاءة في استخدام المياه يكون محتواها من المياه الافتراضية مرتفعًا, وقد تم تقسيم المحاصيل من حيث محتوى المياه الافتراضية بها إلى ثلاثة أنواع : النوع الأول : محاصيل منخفضة الكفاءة في استخدام المياه , وهي التي تحتوي على أكثر من 2000 متر مكعب من المياه الافتراضية لكل طن، النوع الثاني : محاصيل متوسطة الكفاءة في استخدام المياه ، وهى التي تزيد مياهها الافتراضية عن 100 متر مكعب وتقل عن 2000 متر مكعب لكل طن, أما النوع الثالث فهو المحاصيل عالية الكفاءة في استخدام المياه , وهى التي تحتوي على أقل من 1000 متر مكعب من المياه الافتراضية[44]. ويوضح الشكل رقم (4) بعض الأمثلة من هذه المحاصيل. فمعرفة المحتوى المائي للسلع والمنتجات يمكننا من حساب تكلفة الفرصة البديلة لاستعمال المياه في إنتاج المحاصيل ، حيث يتم مقارنة العديد من خيارات إنتاج المحاصيل وتقدير المنافع من استيراد وتصدير المياه الافتراضية , وذلك يؤدي في النهاية إلى الاستخدام الكفء للمياه وترشيد استهلاكها.

شكل (4): محتوى المياه الافتراضية لبعض السلع الزراعية



المصدر : أسامة محمد سلام[44].

كذلك يتطلب ترشيد استهلاك المياه المحافظة على السلع والمنتجات الزراعية وغيرها من الفقد والتلف والهدر, حيث إن هذا يعني فقدان محتواها من المياه الافتراضية ، فيبين الجدول رقم (8) أنه تم هدر حوالي 138 مليون متر مكعب من المياه الافتراضية نتيجة لفقد حوالي 3.6 مليون طن من بعض المنتجات الزراعية في عام 2010 ، ليزيد إلى 280 مليون متر مكعب من المياه الافتراضية تم فقدها في عام 2013, وهذا الوضع يستوجب ضرورة العمل على تقليل الفاقد من المحاصيل والمنتجات.

جدول (8): الفاقد من المياه الافتراضية لبعض المحاصيل الزراعية خلال الفترة من 2010 – 2013

الكمية بالألف طن

السنوات	2010		2011		2012		2013	
المحاصيل الزراعية	الفاقد من المحصول	الفاقد من المياه الافتراضية م م3*	الفاقد من المحصول	الفاقد من المياه الافتراضية م م3*	الفاقد من المحصول	الفاقد من المياه الافتراضية م م3*	الفاقد من المحصول	الفاقد من المياه الافتراضية م م3*
القمح	1945	33	1886	32	3157	53	3335	56
الذرة	625	8.9	703	9.8	609	8.5	919	12.8
الأرز	100	20	88	17.6	111	22	109	21.8
الفول	20	21.6	24	25.9	18	19	27	29
قصب السكر	46	12.4	47	12.7	129	34.8	346	93.4
البطاطس	576	14.4	651	16.3	743	18.6	825	20.6
الموالح	354	28	356	28.5	398	31.8	590	47.2
الإجمالي	**3666**	**138.3**	**3755**	**142.8**	**5165**	**6151**	**6151**	**280.8**

المصدر : الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء[49]

*تم حسابها باستخدام البيانات الواردة في الشكل رقم (4).

أما على مستوى الفرد فيوضح الجدول رقم (9) فقدان 2400 لتر من المياه لتلف سندوتش من الهمبرجر ، وفقدان 50 لتر من المياه نتيجة لتلف برتقالة واحدة ، كما يؤدي هدر ورقة واحدة مقاس A4 إلى فقدان 10 لتر من المياه. أما تلف تي شيرت من القطن فيؤدي إلى هدر 27000 لتر من المياه ، كذلك تلف زوج من الأحذية يعني هدر 8000 لتر من المياه.

جدول (9): كمية المياه الافتراضية المفقودة نتيجة تلف بعض السلع

السلع	كمية المياه المفقودة باللتر	السلع	كمية المياه المفقودة باللتر
سندوتش همبرجر	2400	ورقة بيضاء مقاس A4	10
شريحة خبز	40	بيضه واحدة	200
برتقالة	50	تي شيرت قطن	27000
تفاحة	70	بنطلون جينز	19000
		زوج من الأحذية	8000

المصدر : الجمعية العربية لمرافق المياه [50]

وهكذا تكون المياه الافتراضية أداة هامة لحساب الاستهلاك الحقيقي للمياه العذبة وإمكانية حساب تكلفة الفرصة البديلة لاستعمال واستخدام المياه بما يسمح بالاستخدام الفعال للموارد المائية النادرة, ومن هنا يمكن إثبات فرضية الدراسة.

الخاتمة

يُعد مفهوم المياه الافتراضية أداة مهمة لمواجهة التحديات التي تفرضها ندرة الموارد المائية خاصة فيما يتعلق بالأمن المائي والغذائي. كما اتضح أن تجارة المياه الافتراضية أمر واقع في مصر ولكن لم يتم أخذها في الاعتبار في سياسات وإدارة وتخطيط الموارد المائية بعد.

أهم النتائج والتوصيات

النتائج :

- إن تجارة المياه الافتراضية تحمل في ثناياها العديد من المزايا خاصة تخفيف الضغوط على الموارد المائية, كما يفيد معرفة ميزان تجارة المياه الافتراضية الدول التي تعاني من ندرة في مواردها المائية إلى إعادة النظر في سياسات التصدير الخاصة بها وخصوصًا حين تدرك أنها تصدر مياهها بأثمان رخيصة ليس بالمعنى الحقيقي للثمن ولكن وفقًا لمفهوم نفقة الفرص البديلة.
- إن مفهوم المياه الافتراضية ما زال بحاجة إلى دراسات وأبحاث كمية متعمقة , ولذا ينبغي أخذ قيم المياه الافتراضية الواردة في هذه الدراسة كقيم تقديرية , وبالتالي يجب أن تؤخذ بالحذر المناسب.
- هناك بعض التخوف من تجارة المياه الافتراضية , وذلك لأسباب سياسية واقتصادية تركزت في الخوف من الهيمنة الاقتصادية والسياسية لدول الوفرة المائية والتي يمكن أن ينتج عنها التحكم في الغذاء وأخذه ذريعة لفرض قواعدها.
- إن الاعتبارات السياسية والاقتصادية والبيئية تكون في الغالب لها الأولوية على ندرة المياه , وبالتالي قد تحد من فاعلية تجارة المياه الافتراضية.
- تتوقف ممارسة تجارة المياه الافتراضية على القوة الاقتصادية للدولة ذات الندرة المائية.

التوصيات :

- تعزيز سبل التعاون بين مصر ودول حوض النيل والدول العربية.
- عدم الاعتماد على تجارة المياه الافتراضية فقط لمواجهة مشكلة ندرة المياه في مصر , بل يجب تطبيق إستراتيجية شاملة لإدارة الموارد المائية.
- إدخال قيمة المياه الافتراضية للمنتجات ضمن حسابات التكاليف والعوائد الاقتصادية حال اتخاذ القرارات الاقتصادية المتعلقة بالسياسات الإنتاجية والتصديرية والاستيرادية.
- مزيد من البحوث لدراسة الآثار الاجتماعية والاقتصادية لاستخدام تجارة المياه الافتراضية كأداة إستراتيجية في تخطيط سياسات المياه.
- توعية المزارعين بمدى ندرة إمدادات المياه بمصر وذلك لضمان أن يتم استخدام المياه بكفاءة في الإنتاج المحلي ، وتحفيز إنتاج المحاصيل ذات القيم العالية للتصدير ، والحد من المساحة المزروعة بالمحاصيل ذات الاستخدام الكثيف للمياه.
- خلق وعي بيئي لدى الأفراد للانتفاع بالمياه ، حيث إن معرفة المحتوى المائي لمختلف السلع والخدمات يخلق وعيًا لدى الأفراد بالأثر البيئي لاستهلاكهم هذه السلع والخدمات.

المراجع

(1) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء ، القاهرة (2014): دراسة الموارد المائية وترشيد استخدامها في مصر، ص 12.

(2) أسامة محمد سلام ،(2011) ,البصمة المائية المصرية ، مؤشر أمن الماء والغذاء ، ص 77.

(3) محمد نصر الدين علام ، (2011) , المياه والأراضى الزراعية في مصر الماضي والحاضر والمستقبل مصر 2020 ، منتدى العالم الثالث ، المكتبة الأكاديمية ، ص 196.

(4) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء (2014): مرجع سابق ، ص 4.

(5) Tom Tietenberg and Lynnelewis (2009) : Environmental and Natural Resource, Denise Clinton, New York, 8th Edition, P. 466.

(6) محمد نصر الدين (2011): مرجع سابق ، ص 299.

(7) أسامة محمد سلام (2011): مرجع سابق ، ص 87.

(8) مركز المعلومات ودعم إتخاذ القرار ، مركز الدراسات المستقبلية (2006): واقع ومستقبل المياه في مصر ، ص 15.

(9) محمد السيد على الحاروني (2011) ,مدى الكفاءة الاقتصادية في استخدام الموارد المائية في مصر ، المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة ، كلية التجارة ، جامعة عين شمس ، العدد الثالث ، المجلد الأول ، ص 24.

(10) ماجدة شلبي (2009) : تغير المناخ ومشكلة ندرة ومحدودية المياه ، مؤتمر تغير المناخ وأثاره في مصر ، 2-3 نوفمبر ، شركاء للتنمية للبحوث والإستشارات والتدريب ، القاهرة ، ص 13.

(11) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء (2014): مرجع سابق ، ص 33.

(12) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء (2014): مرجع سابق ، ص 38.

(13) وزارة البيئة ، http://www.eeaa.gov.eg.

(14) الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء (2007): الموارد المائية وترشيد استخدامها في مصر ، ص 14.

(15) عصام الحناوي (2001): قضايا البيئة والتنمية في مصر ، الأوضاع الراهنة وسنياريوهات مستقبلية حتى 2020 ، دار الشروق ، ص 54.

(16) أسامة محمد سلام (2011): مرجع سابق ، ص 88.

(17) أسامة محمد سلام (2011): مرجع سابق ، ص 89.

(18) Ahmed Shawky Mohamed and N. Vijay Jagannathan (2009) : Water Sector Public Expenditure Review, Water in the Arab world Management, The World Bank, Washington, DC. 20433, P. 37.

(19) A. Chapagin and A. Hoekestra (2007) : Analysis the Water Foot Print of Coffee and Tea Consumption in the Netherlands, Ecological Economics, 64, P. 117.

(20) Danniel Renault (2002) : Value of virtual water in food : principles and virtues workshop on virtual water trade, the UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, P 1.

(21) A. Hoekstra and P. Hung (2002) : Virtual Water Trade, a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade value of water research report series, No. 11, IHE, Delft the Netherlands, P. 7.

(22) Dannie Renault (2002) , Op. Cit., P 1.

(23) A. Hoekstra (2003) : Virtual water : An introduction value of water research report series No. 12, IHE, Delft, the Netherlands, P 13.

(24) A. Chapagain and A. Hoekstra (2003) : Virtual Water Flows between nations in Relation to Trade in Livestock and Livestock Products, Value of water research report series, No. 13, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands P. 9.

(25) آمال ينون ،(2014): تجارة المياه الافتراضية ، بديل تنوي للتعاون الدولي من أجل مواجهة ندرة المياه وتحقيق الأمن الغذائي - حالة الدول العربية.

International Journal of Planning, Urban and Sustainable Development, Vol. 7, Issue, P. 32

(26) أسامة محمد سلام (2011): مرجع سابق ، ص 131.

(27) A. Hoekstra and P. Hung, 2002, Op. Cit., P. 10.

(28) محمود الأشرم ، (2012) : المياه الحقيقية ، المفاهيم - طرق الحساب - المنافع - التجارة العالمية ، مركز دراسات الوحدة العربية ، لبنان ، ص 83.

(29) أسامة محمد سلام (2011): مرجع سابق ، ص 130.

(30) Danniel Renault (2002) , Op. Cit, P 7.

(31) Ibid, P 8.

(32) ibid, P 15.

(33) Ibid, P 9.

(34) Ibid, P 10.

(35) Ibid, P 11.

(36) A. Hoekstra and P. Hung (2002), Op. Cit, PP 14-15., P 7.

(37) M. Mekonnen and A. Hoekstra (2011) : national water footprint accounts : the green, blue and grey water footprint of production and consumption. Volume 1: Mainreport, value of water research report series, No. 50, UNESCO- IHE. Delft, the Netherlands, P 11.

(38) كفاح محمد حسيان ، (2012) , تقييم الوضع المائي في سوريا من خلال تطبيق مبدأ المياه الافتراضية في القطاع الزراعي ، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية ، المجلد الثامن والعشرون ، العدد الأول , ص 74.

(39) A. Hoekstra, A. Chapagain, M. Aldaya and M. Mekonnen (2011) : The water foot print assessment manual setting the global standard, earth scan, London Washington, DC, P 55.

(40) A. Hoekstra and P. Hung (2004) : Globalalizaiton of water resources : international virtual water flows in relation to crop trade, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, PP 48-49..

(41) إقبال العتيبي ، علاء الصادق ، ووليد الزباري ، (2013) , حساب وتقييم حركة المياة الافتراضية بين دول الخليج العربية، مجلة الإعلان للبحوث الهندسية ، 18 ، (2) ، ص 32.

(42) M. El-Fadel and R. Maroun (2003): "The concept of virtual water and its applicability in Lebanon virtual water trade proceeding of international", expert meeting on virtual water trade, value of water research report series No. 12 ,UNESCO- IHE. Delft, the Netherlands, P 173.

(43) محمود الأشرم ، (2012) :مرجع سابق ، ص 232.

(44) أسامة محمد سلام (2011): مرجع سابق ، ص 179.

(45) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء ،(مارس 2015), مصر في أرقام ، ص 175 - 176.

(46) وزارة الموارد المائية والري ، (2010) , استراتيجية تنمية الموارد المائية في مصر حتى عام 2050 .

(47) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء ، القاهرة (2014): دراسة الموارد المائية وترشيد استخدامها في مصر ، مرجع سابق ، ص 16.

(48) وزارة الموارد المائية والري, استراتيجية تنمية الموارد المائية في مصر حتى عام 2050 ,مرجع سابق .

(49) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء (يناير 2015): النشرة السنوية لحركة الإنتاج والتجارة الخارجية والمتاح للاستهلاك من السلع الزراعية عام 2013

(50) الجمعية العربية لمرافق المياه من الموقع http://www.acwua.org/ar/news/virtual-water

The virtual water as a tool to achieve water security and efficiency of water use in Egypt

Mervat Mohamed abd elwahab
Faculty of commerce , Department of Economics –Al-Azhar Universty
E-mail: mervatfarag2010@live.com

ABSTRACT

Egypt faces many of the challenges related to water resources are facing strike starting on the construction of the ETHIOPIAN "AL –Nahda Dam " and the impact of its quota of 55,5billion cubic meters annually, in addition to the increasing population growth, climate change, pollution and the deterioration of the quality of water, which may lead to a gap water in Egypt is estimated at about 18 billion cubic meters in 2050. and here comes the importance of virtual water as one of the tools used to address the crises resulting from water gap and water security, where the trade in virtual water to allow States that suffer from a scarcity of water-intensive products import water use for authoring, which ensures that water scarce countries maintain water resources, as well as to know the amount of virtual water contained in goods and products allow expense account the opportunity for the use of water in order to compare several options for crop production, and to assess the benefits of the import or export of goods and products, water use as efficiently as possible. Results indicated that the trade in virtual water is a reality in Egypt, but had not been taken into account in policy planning and management of water resources, where you must enter the value of the virtual water products accounts within economic costs and revenues will take economic decisions on production and export policy Essa pointed out, and the need to raise awareness among farmers of the extent of the scarcity of water supply in Egypt, in order to ensure that water is used efficiently in domestic production, and stimulate the production of crops with high values for export, and reduction of the cultivated crops with heavy use of water, and it is important to create environmental awareness among individuals water use, where to know virtual water of various goods and services creates an awareness of the environmental impact of their consumption of these goods and services .

Key words : virtual water , water security , efficiency of water use , Egypt .