تحليل أثر تغير حجم وهيكل التجارة الدولية المصرية على تجارة مصر للمياه الافتراضية (2010 – 2016): نموذج المدخلات – مخرجات بين الأقاليم (IRIO)

هند جمال سيد بيومي[1] شيماء محمد وهبه[2]

ملخص

تعاني مصر من أزمة ندرة مطلقة في المياه. من ثم، تستهدف هذه الدراسة تحليل تأثير التغير في حجم وهيكل التجارة الدولية المصرية على وضع مصر المائي من خلال تجارة المياه الافتراضية الزرقاء (مياه الأنهار والمياه الجوفية المستخدمة في انتاج السلع والخدمات). تستخدم الدراسة نموذج المدخلات – المخرجات بين الأقاليم المتصل بالمياه بين مصر والعالم الخارجي لـ 26 مجموعة من المنتجات خلال عامي 2010 و2016. توصلت الدراسة إلى إن مصر كانت صافي مصدِّر للمياه الافتراضية الزرقاء خلال عامي الدراسة بما يعادل 20% و14% من إجمالي مواردها المائية العذبة المتجددة في 2010، و2016 على التوالي. يرجع هذا الانخفاض في صافي صادرات المياه المصرية بمعدل 30% إلى تغير حجم وهيكل الميزان التجاري المصري خلال فترة الدراسة. فلقد زادت إجمالي واردات مصر السلعية بحوالي 55%، وخصوصا في السلع كثيفة استهلاك المياه مثل المنتجات الزراعية (67%). لذلك ارتفعت الواردات المصرية من المياه الافتراضية بحوالي 45%. من ناحية أخرى، انخفضت إجمالي صادرات المياه الافتراضية المصرية بحوالي 27% خلال فترة الدراسة بالرغم من زيادة إجمالي صادرات المنتجات بحوالي 13%. ويعكس ذلك التغير في هيكل الصادرات المصرية، بمعني زيادة صادرات السلع قليلة استهلاك المياه وتقليل صادرات السلع كثيفة استهلاك المياه، مثل الأرز (91%) والذرة الشامية (83%). بالتالي أظهرت النتائج أن التغير في هيكل الميزان التجاري المصري بين عامي 2010 و2016 ساهم إيجابياً في توفير المياه الزرقاء في مصر.

الكلمات المفتاحية: البصمة المائية؛ تجارة المياه الافتراضية؛ نموذج المدخلات والمخرجات؛ الميزان التجاري؛ مصر.

[1] معيد بقسم الاقتصاد والتجارة الخارجية، كلية التجارة وإدارة الأعمال، جامعة حلوان. Hind.jamal.MFor2020@commerce.helwan.edu.eg

[2] مدرس الاقتصاد - قسم الاقتصاد والتجارة الخارجية - كلية التجارة وإدارة الأعمال – جامعة حلوان. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5303-996X; Shaimaa_wahba@commerce.helwan.edu.eg; Shimaa.wahba@yahoo.com

Analyzing the Impact of Changes in the Volume and Structure of Egypt's International Trade on its Virtual Water Trade (2010–2016): An Interregional Input-Output (IRIO) Model

Abstract

Egypt has an absolute water scarcity crisis. This study aims to analyze how changes in the volume and structure of Egypt's international trade have impacted its water situation, focusing on virtual blue water trade (fresh surface and groundwater). Using a water-extended Interregional Input-Output (IRIO) model, the study examines trade between Egypt and the rest of the world across 26 product groups in 2010 and 2016. Our findings reveal that Egypt was a net exporter of virtual blue water in the study periods, representing approximately 20% and 14% of its total renewable freshwater resources in 2010 and 2016, respectively. The 30% reduction in Egypt's virtual water net exports can be attributed to its trade volume and structure shifts. For instance, Egypt's total imports increased by 55%, particularly for water-intensive goods such as agricultural products (67%), resulting in a 45% rise in its virtual water imports. Conversely, Egypt's virtual water exports decreased by 27% despite a 13% increase in commodity exports. This finding suggests a shift in Egypt's export structure, with a rise in low-water-intensive exports and a decline in high-water-intensive exports, such as rice (91%) and maize (83%). Thus, changes in Egypt's trade structure between 2010 and 2016 significantly contributed to conserving its blue water resources.

Keywords: Water Footprint; Virtual Water Trade; Input-Output Model; Trade Balance; Egypt.

1. مقدمة

يواجه العالم أزمة متزايدة في ندرة المياه نتيجة للتغيرات المناخية المصحوبة بزيادة عدد السكان، حيث يعاني حوالي 10% من سكان العالم من ندرة مائية حادة (United Nations, 2023). وتعتبر الدول العربية من أكثر المناطق تضرراً من نقص المياه على مستوي العالم. فوفقاً لمؤشرات ندرة المياه، تعاني أكثر من نصف الدول العربية من الندرة المطلقة للمياه[3]. من هذه الدول مصر، والأردن، وفلسطين، والسودان، وسوريا (صندوق النقد العربي، 2021 ; صندوق النقد العربي، 2022 ; لزعر، 2023).

وتكمن **مشكلة** الدراسة في معاناه مصر من ندرة في مواردها المائية، حيث يقدر مستوى الاجهاد المائي في مصر (إجمالي استخدامات المياه العذبة في كافة الأنشطة الاقتصادية كنسبة من إجمالي موارد المياه العذبة المتجددة المتاحة) بـ 114% (FAO, 2024). ومن المتوقع ان تزداد تلك النسبة في السنوات القادمة، حيث يواجه القطاع المائي العديد من التحديات التي قد تؤثر على حجم المطلوب من المياه والمعروض منها. فمن ناحية الطلب، تزايد عدد السكان في مصر خلال الفترة من عام 1959 إلى عام 2024 بحوالي خمسة أضعاف، ومن المتوقع أن يتزايد إلى ثمانية أضعاف في نهاية القرن الحالي (جدول (م1) في الملحق الإحصائي). كذلك يُمثل المهاجرين واللاجئين ضغطاً إضافياً على الموارد المائية المصرية، حيث شكل المهاجرون حوالي 8.7% من إجمالي عدد السكان في مصر خلال عام 2022، وصل عدد اللاجئين وطالبي اللجوء المسجلين في مصر إلى 480 ألف نسمة ووفقًا لأخر الإحصائيات في يناير 2024 (IOM, 2022; UNHCR, 2024).

ومن ناحية عرض المياه، يمثل سد النهضة الأثيوبي تهديدا للمعروض المائي في مصر (الغايش، 2022; El-Nashar & Elyamany, 2018)، ذلك في حال تأثيره سلباً على حصتها الثابتة من مياه النيل والتي تمثل 94% من إجمالي مواردها المائية العذبة (El-Rawy et al, 2019؛ وزارة الموارد المائية والري، 2016). كذلك فمن تبعات التغير المناخي العالمي زيادة فقد المياه من التبخر وذوبان الجليد الذي يؤدي إلى ارتفاع مستوي سطح البحر. الأمر الذي يهدد

[3] الندرة المطلقة للمياه: تعني إن نصيب الفرد من المياه أقل من 500 م^3.

باختلاط مياه البحر بخزانات المياه الجوفية، وبالتالي يجعلها غير صالحة للاستخدام (وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية، 2022)، كما يؤثر بالسلب على حصيلة الأمطار (Abd Ellah, 2020; Elsadek et al., 2023).

وفي ظل ندرة المياه العالمية ظهر مفهوم المياه الافتراضية Virtual Water (VW) في بداية التسعينات، وهو إجمالي حجم المياه العذبة المستخدمة في جميع مراحل انتاج المنتج النهائي، مقاسة على طول سلاسل الإمداد والانتاج (Allan, 1993). كذلك ظهر مفهوم البصمة المائية، الذي قدم صورة أكثر دقة وشمولية عن استهلاك المياه. ويُعرَّف وفقًا لشبكة البصمة المائية (WFN) Water Footprint Network على إنه مقياس لحجم المياه العذبة التي يستخدمها البشر سواء عن طريق استهلاكها أو تلويثها (WFN, 2024). حيث تعد البصمة المائية طريقة لقياس الضغط البيئي المتعلق باستهلاك المياه (Chen et al, 2023; Hoekstra et al, 2011). ويمكن تقسيم البصمة المائية إلى زرقاء، والتي تشير إلى المياه العذبة السطحية والجوفية، والخضراء، والتي تشير إلى مياه الأمطار، والرمادية، والتي تعكس حجم المياه العذبة الملوثة (Hoekstra, 2009).

ويعتبر مؤشر البصمة المائية حلقة وصل بين الأنشطة اليومية للأفراد واستهلاك المياه، حيث تؤثر اختيارات المستهلكين وعاداتهم الغذائية على استهلاك المياه بشكل غير مباشر (Hoekstra, 2009). على سبيل المثال، يحتاج صنع كوب واحد من الشاي إلى 34 لتراً من المياه وذلك مروراً بجميع مراحل زراعة الشاي وتصنيعه (Chanpagain & Hoekstra, 2003). كذلك تستهلك مراحل صناعة بنطلون واحد من الجينز حوالي 11.000 لتر من المياه (Chico et al, 2013 ; Pal et al, 2017)، كما يكلف انتاج كيلو جرام من اللحم البقري حوالي 15,500 لتر من المياه (Hoekstra, 2017).

ويظهر **هدف** الدراسة في الإجابة عن التساؤل التالي: "كيف يمكن أن تؤثر التجارة الدولية المصرية في السلع والخدمات على وضع مصر المائي من خلال تجارة المياه الافتراضية". فبالرغم من تحفيز التجارة الدولية للنمو الاقتصادي، إلا أنها قد تؤدي إلي استنزاف الموارد المائية المستخدمة في الإنتاج مالم يتم أخذ البصمة المائية للمنتجات المصدرة والمستوردة في الحسبان.

ولتحقيق هذا الهدف استخدمت الدراسة اولا: **المنهج الاستنباطي**، حيث استعرضت الدراسات السابقة التي تناولت قياس البصمة المائية للوصول إلى أن نموذج المدخلات– المخرجات هو النموذج الأكثر ملائمة واستخدام لقياس البصمة المائية، ثانياً: استخدمت الدراسة **المنهج التحليلي الاستقرائي**، ذلك بحساب (1) البصمة المائية الوطنية، وهي عبارة عن البصمة المائية الداخلية (حجم المياه

المصرية الداخلة في انتاج السلع والخدمات المستهلكة محليا) بالإضافة إلى البصمة المائية الخارجية (للواردات) وهي إجمالي المياه الأجنبية الداخلة في انتاج السلع والخدمات المستوردة التي يتم استهلاكها محليا. كذلك تم حساب (2) البصمة المائية للصادرات، ثم تم حساب (3) صافي صادرات مصر من المياه الافتراضية (الصادرات من المياه الافتراضية مطروحا منها الواردات من المياه الافتراضية).

وذلك باستخدام النموذج الرياضي المدخلات –مخرجات بين الأقاليم المتصل بالمياه الزرقاء blue water-extended interregional input-output model (IRIO)، بين مصر وباقي دول العالم، خلال عامي 2010 و 2016، بالتطبيق علي 26 منتج، ويساعد هذا النموذج على فهم العلاقة بين التجارة السلعية وندرة المياه في مصر، مما يمكن صانعي السياسات من وضع سياسات تجارية مناسبة للوضع المائي المصري.

يستعرض القسم الثاني من هذه الدراسة الأدبيات ذات الصلة بتجارة المياه الافتراضية في مصر، ويتناول القسم الثالث شرح للمنهجية المتبعة في جمع وتحليل البيانات، ويوضح القسم الرابع مصادر البيانات المستخدمة، وتعرض النتائج التفصيلية في القسم الخامس، وفي النهاية، يقدم القسم السادس أهم الاستنتاجات والتوصيات التي توصلت إليها الدراسة.

2. الدراسات السابقة

1/2 دراسة El-Sadek (2010) بعنوان: "Virtual water trade as a solution for water scarcity in Egypt". استهدفت الدراسة تحليل مفهوم المياه الافتراضية وتأثيره على الأمن المائي والغذائي في مصر خلال الفترة (1980 – 2002). وتوصلت الدراسة إلى إن نسبة كبيرة من المياه الافتراضية انعكست في واردات القمح والذرة، حيث قدر صافي واردات المياه الافتراضية في مصر بما يعادل 23.55% من الموارد المائية المصرية. ووجهت الدراسة بأهمية استخدام المياه في انتاج المحاصيل منخفضة استهلاك المياه بدلاً من المحاصيل كثيفة استهلاك المياه مثل الأرز.

2/2 دراسة عرفة (2012) بعنوان: "دراسة تحليلية اقتصادية للاستخدام الأمثل للموارد المائية في ظل تجارة المياه الافتراضية في مصر". قدرت الدراسة إجمالي واردات مصر من المياه الافتراضية في المنتجات الزراعية بنحو 32.4 مليار م^3، مقابل 5.4 مليار م^3 حجم الصادرات المصرية من المياه الافتراضية في

المنتجات الزراعية. من ثم كانت مصر صافي مستورد للمياه الافتراضية في المنتجات الزراعية عام 2009 بنحو 27 مليار م^3 سنويًا.

3/2 دراسة حسانين (2014) بعنوان: "تجارة المياه الافتراضية: تحليل الآثار الاقتصادية على الصادرات". القت الدراسة الضوء على مفهوم تجارة المياه الافتراضية، كما قامت بتحليل الميزة التنافسية لصادرات المياه الافتراضية في منتجات الأرز والبرتقال خلال الفترة (2000 – 2011). وتوصلت الدراسة إلى إن البرتقال والأرز يتمتعان بميزة تنافسية في الصادرات عند احتساب تكلفة انتاجهما من المياه.

4/2 دراسة Hamed (2015) بعنوان "Studies on transboundary virtual water and water footprint". استهدفت الدراسة تحليل مفهوم البصمة المائية (الزرقاء، الخضراء والرمادية) وتجارة المياه الافتراضية من أجل زيادة كفاءة استهلاك المياه ومواجهة التحديات التي تفرضها ندرة المياه في مصر خلال الفترة (2008 – 2012). يشمل التحليل مجموعة من المحاصيل الاستراتيجية: (الأرز، القمح، الذرة الشامية، قصب السكر والقطن). وتوصلت الدراسة للتوصيات التالية: يجب على مصر التوقف عن تصدير الأرز والسكر وذلك لارتفاع بصمتهم المائية. كما يجب التوقف عن استيراد الذرة والقطن لأن سعر المتر المكعب من المياه المستخدمة عند إنتاج المحصولين محلياً أقل من سعر المتر المكعب من المياه المستوردة. كما توصي الدراسة بتغطية استهلاك الدولة من القمح محلياً وعدم تصديره؛ حيث تبلغ تكلفة المتر المكعب من المياه المستخدمة في إنتاج القمح محلياً 1.8 دولار، بينما تبلغ تكلفة المتر المكعب من مياه القمح المستوردة 3 دولارات.

5/2 دراسة Khalil et al (2015) بعنوان: "Transboundary virtual water and water footprint for some crops in Egypt." استهدفت الدراسة تحليل البصمة المائية وتدفق المياه الافتراضية لمجموعة من المحاصيل في مصر (الأرز، القمح، الذرة وقصب السكر)، وذلك خلال الفترة (2008 – 2012). وشمل التحليل البصمة المائية الزرقاء، الخضراء والرمادية. توصلت الدراسة إلى إن مصر تُعد صافي مصدر للمياه الافتراضية الداخلة في انتاج هذه المحاصيل، واتفقت النتائج مع دراسة (Hamed, 2015).

6/2 دراسة صديق (2017) بعنوان: "التجارة الخارجية لصادرات محصول القطن في ضوء ميزان المياه الافتراضية". رصدت الدراسة الوضع الحالي لصادرات محصول القطن في مصر، والذي يعتبر من أهم الصادرات الزراعية، وذلك بالتركيز على وضعة في ميزان تجارة المياه الافتراضية خلال الفترة (2000 – 2013).

توصلت الدراسة إلى أن وجود علاقة موجبة بين الكمية المصدرة من المياه الافتراضية ومحصول القطن لا يترتب عليها أي خسارة مجتمعية أو اقتصادية، مع التوصية بزيادة المساحة المزروعة والطاقة التصديرية من محصول القطن.

7/2 دراسة Wahba et al (2018) بعنوان: "Analyzing Egypt's water footprint based on trade balance and expenditure inequality". حسبت الدراسة البصمة المائية الزرقاء في مصر للمستهلكين في الريف والحضر. كذلك قدمت حساباً لصادرات وواردات مصر من المياه الافتراضية لـ 57 قطاع انتاجي خلال عام 2007، باستخدام نموذج المدخلات والمخرجات بين الأقاليم المتصل بالمياه Water-extended IRIO Model. وتوصلت الدراسة إلى أن مصر كانت صافي مصدر للمياه الافتراضية في سنة الدراسة، حيث بلغت صافي صادراتها المائية 12% من إجمالي مواردها المتاحة من المياه العذبة من خلال تصديرها للسلع والخدمات، والتي تتمثل بشكل رئيسي في الأعلاف والأرز والبرسيم. من ناحية أخرى، وفرت مصر حوالي 8% من استهلاكها للمياه الافتراضية من خلال الواردات، وخاصة ورادات القمح.

8/2 دراسة محمود (2020) بعنوان: "دراسة تحليلية لأثر المياه الافتراضية على الميزان التجاري الزراعي". توصلت الدراسة إلى وجود عجز في الميزان التجاري الزراعي بحوالي 4.7 مليار دولار خلال متوسط الفترة، كما تعد مصر صافي مستورد للمياه الافتراضية في المنتجات الزراعية.

9/2 دراسة Elfetyany et al (2021) بعنوان: "Assessment of national water footprint versus water availability-Case study for Egypt". هدفت الدراسة إلى تقييم حجم استخدامات الموارد المائية في مصر من خلال حساب البصمة المائية الوطنية ومقارنتها بالموارد المائية المتاحة. كذلك قدمت تحليل لأهمية حسابات البصمة المائية في تطوير سياسات واستراتيجيات المياه في مصر، بالتطبيق على البصمة المائية الوطنية، خلال الفترة (2012–2016). وأظهرت النتائج أن متوسط البصمة المائية الوطنية المصرية للأعوام (2012 – 2016) بلغ 111.05 مليار م^3، بينما بلغ متوسط الموارد المائية المتاحة 75.66 مليار م^3. وبلغ متوسط العجز المائي 47% من الموارد المائية المتاحة و32% من إجمالي البصمة المائية الوطنية. وتم تسليط الضوء على أهمية التكامل بين إدارة الموارد المائية والسياسات الزراعية والتجارية.

10/2 دراسة Alobid & Szűcs (2022) بعنوان: "Appraising the Water Status in Egypt Through the Application of the Virtual Water Principle in the Agricultural Sector". استهدفت الدراسة تقييم حجم المياه المستهلكة في القطاع الزراعي، وذلك خلال الفترة (2000 – 2018) باستخدام البصمة المائية، وبالتطبيق على المياه الزرقاء والخضراء. وتوصلت الدراسة إلى ان القطاع الزراعي المصري يستهلك ما يقرب من 33 مليار م^3 من المياه الزرقاء، و6.5 مليار م^3 سنويا من المياه الخضراء. وباستخدام مفهوم المياه الافتراضية، يقدر اعتماد مصر على الموارد الخارجية لتلبية الطلب علي المحاصيل الزراعية بحوالي 21.15%، في حين بلغ اعتمادها علي مواردها المائية بحوالي 78.84%. كما أوضحت ان مصر تتمتع بنسبة مرتفعة من الاكتفاء الذاتي الغذائي في بعض المحاصيل مثل: (الفواكه، الأرز، الخضروات والبطاطس)، ولكنها تُعد صافي مستورد للمياه الافتراضية من خلال محصولي الذرة والقمح).

11/2 دراسة Shehata et al (2023) بعنوان: "Virtual Water Trade in Egyptian Agricultural Sector in the Light of Scarcity of Water Resources". استهدفت الدراسة تحليل تأثير تعديل هيكل الصادرات الزراعية المصرية بما يحقق عوائد تصديرية عالية واحتياجات مائية منخفضة، ليتماشى ذلك مع ندرة الموارد المائية في مصر. وذلك بالتطبيق على الميزان التجاري الزراعي (للسلع الطازجة)، خلال الفترة (2010 – 2020). أشارت النتائج إلى هيمنة المحاصيل الزراعية كثيفة استهلاك المياه علي هيكل الصادرات الزراعية المصرية مثل الفاكهة بحوالي (47.6%)، الخضروات بحوالي (42.7%)، والنباتات العطرية بحوالي (2.4%). وتوصي الدراسة بالعمل على زيادة الصادرات المصرية من المحاصيل التالية: (البطاطس، الزيتون، التمور والعنب) حيث إنها من الصادرات الزراعية ذات العوائد التصديرية المرتفعة والأقل من حيث احتياجاتها المائية.

12/2 دراسة Mohy et al (2023): بعنوان: "Decomposition Analysis of Virtual Water Outflows for Major Egyptian Exporting Crops to the European Union". استهدفت الدراسة حساب المياه الافتراضية لصادرات المحاصيل المصرية الرئيسية إلى الاتحاد الأوروبي، مع التركيز على محافظات الدلتا خلال الفترة (2001– 2021). ذلك بالتطبيق علي الصادرات المصرية من محاصيل البصل، البطاطس، الأرز، القطن والطماطم للاتحاد الأوربي. أشارت النتائج إلى زيادة صادرات البطاطس، الطماطم والبصل،

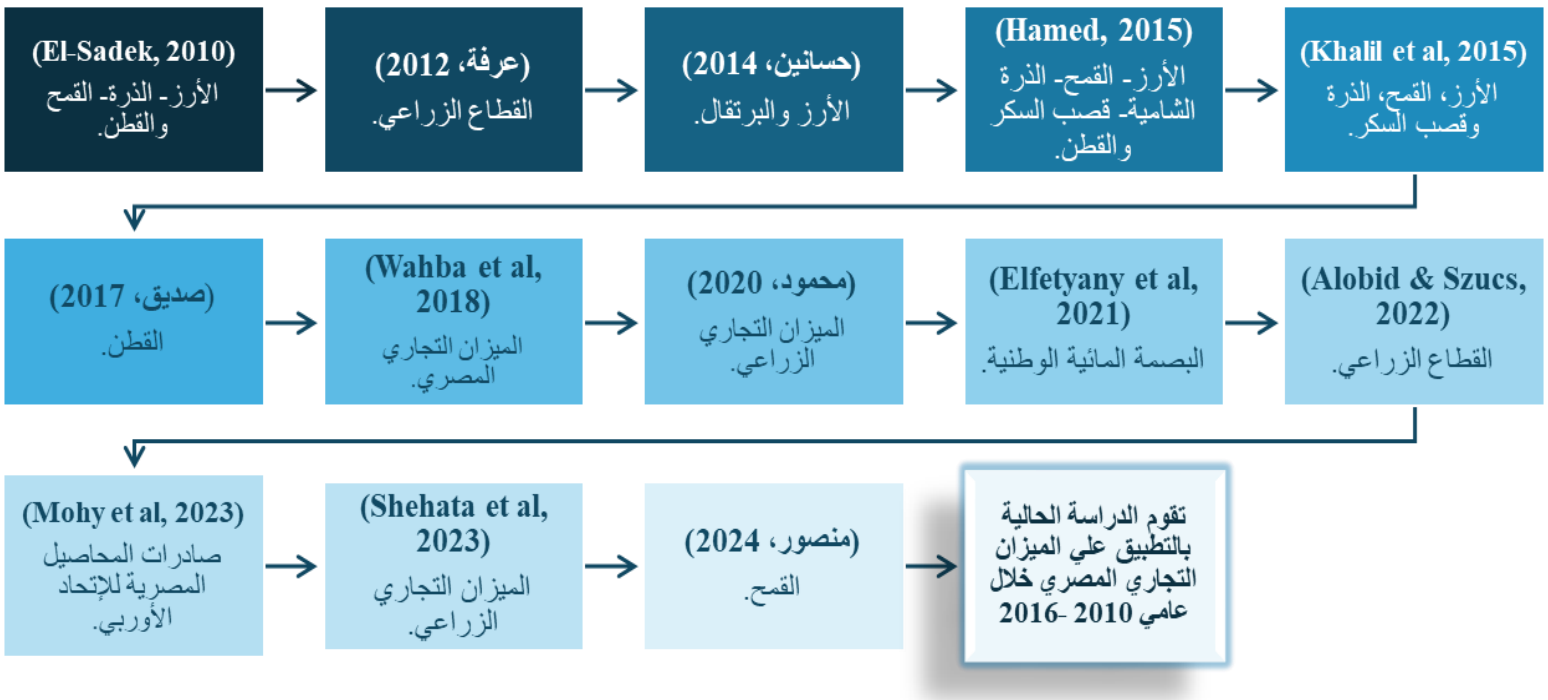
بينما انخفضت صادرات الأرز والقطن خلال فترة الدراسة. اقترحت الدراسة توجه السياسات التجارية نحو توفير موارد المياه والتركيز على الصادرات ذات العائد المرتفع.

13/2 دراسة منصور (2024) بعنوان: "إنتاج وتجارة محصول القمح في ضوء مفهوم المياه الافتراضية". سعت تلك الدراسة إلى تقدير صافي تجارة المياه الافتراضية للقمح في مصر، وذلك خلال الفترة (2000 – 2020). توصلت الدراسة إلى إن مصر تُعد صافي مستوردا للقمح، أي حققت فائضًا مائيًا من خلال واردات القمح.

يتضح من الدراسات السابقة تركيز معظمها على تحليل العلاقة بين التجارة في المنتجات الزراعية وتجارة المياه الافتراضية. كما لم تستخدم معظمها نماذج تحليلية توضح التشابك القطاعي بين القطاعات الإنتاجية داخل الدولة الواحدة أوبين الدول وبعضها البعض، مثل نموذج المدخلات – المخرجات. وبالرغم من أن دراسة (Wahba et al, 2018)، قدرت حجم التجارة في المياه الافتراضية الزرقاء بين مصر ودول العالم، والمستهلكة من قبل 57 قطاع باستخدام نموذج المدخلات–والمخرجات بين الأقاليم IRIO. إلا أن هذه الدراسة ركزت في تحليلها على عام واحد. من ثم، فإن أثر التغير في الميزان التجاري المصري على حجم تجارة المياه الافتراضية خلال فترة من الزمن في مصر لم يتم تحليله، وهو ما سوف تتناوله الدراسة الحالية.

من خلال الدراسات السابقة يتضح أنه مازالت هناك فجوة بحثية فيما يتعلق بدراسة تأثير التغير في حجم وهيكل الميزان التجاري المصري ككل على تجارة المياه الافتراضية في مصر. ومن هنا تظهر **أهمية** هذه الدراسة في تحليل أثر هذا التغير على ندرة المياه في مصر، من خلال التأثير على تجارة المياه الافتراضية في جميع القطاعات الميزان التجاري المصري، مع تطبيق التحليل على المياه الزرقاء. وذلك لتقديم رؤية شاملة لوضع مصر المائي الحالي وفقا لميزانها التجاري باستخدام نموذج المدخلات مخرجات بين الأقاليم IRIO. سيتم القياس والتحليل وفقًا لأخر بيانات وجداول مدخلات ومخرجات إقليمية منشورة عن عامي 2010 و2016. ويوضح الشكل (1) ملخص للدراسات السابقة التي استهدفت قياس أو تحليل تجارة المياه الافتراضية في مصر مقارنة بالدراسة الحالية.

الشكل (1): ملخص دراسات تحليل تجارة المياه الافتراضية في مصر (2010– 2024)



المصدر: إعداد الباحثين.

3. منهجية البحث

يُعد نموذج المدخلات – مخرجات Input-Output Model (IO)، من أكثر النماذج استخداماً في تحليل البصمة المائية. تم تطويره بواسطة Wassily Leontief في اواخر الثلاثينات من القرن العشرين. يتجنب نموذج المدخلات – المخرجات الازدواج الحسابي عند حساب البصمة المائية، حيث يمكنه التمييز بين المياه المستخدمة في انتاج المنتجات اللازمة لإشباع الطلب الوسيط والمياه المستخدمة في انتاج نفس السلعة التي تفي بالطلب النهائي (Leontief, 1936 ; Miller & Blair, 2022).

1/3 نموذج المدخلات والمخرجات بين الأقاليم (IRIO)

تم تقديم نموذج المدخلات – المخرجات بين الأقاليم Interregional Input Output Model (IRIO) لأول مرة بواسطة Isard (1951)، وذلك بهدف تحليل علاقات التشابك القطاعي بين المناطق والدول المختلفة. بالتالي، يمكننا تطبيق نموذج المدخلات – المخرجات بين الأقاليم IRIO لتحليل التشابك القطاعي بين مصر وباقي دول العالم عن طريق المصفوفات على النحو التالي (Miller& Blair, 2022; Wahba et al, 2018).

$$X = \begin{bmatrix} X^e \\ X^r \end{bmatrix},\ Z = \begin{bmatrix} Z^{ee} & Z^{er} \\ Z^{re} & Z^{rr} \end{bmatrix},\ F = \begin{bmatrix} F^{ee} & F^{re} \\ F^{er} & F^{rr} \end{bmatrix} \qquad (1)$$

يشير X إلى متجه الناتج الكلي حيث يعبر X^e عن الناتج الكلي المصري، و X^r عن الناتج الكلي لبقية دول العالم. Z هي مصفوفة التشابك القطاعي (الطلب الوسيط)، حيث Z^{ee} و Z^{rr} هي التدفقات النقدية بين القطاعات في مصر وبقية العالم على التوالي. بينما تشير كل من Z^{er} و Z^{re} إلى التدفقات النقدية بين القطاعات من مصر لبقية العالم ومن بقية العالم إلى مصر على التوالي. F هو متجه الطلب النهائي، يشير F^{ee} و F^{rr} إلى الطلب النهائي المصري على المنتجات المحلية المصرية وطلب بقية العالم على المنتجات المنتجة في باقي دول العالم على التوالي، و F^{er} و F^{re} تشير إلى الطلب النهائي المصري علي السلع التي يم إنتاجها في بقية العالم والطلب النهائي لبقية العالم على المنتجات المصرية على التوالي. كما يشير الحرف العلوي (^{e}) في الدراسة إلى مصر، ويشير الحرف العلوي (^{r}) إلى بقية دول العالم. ويمكن الحصول على مصفوفة ليونتيف المعكوسة في نموذج IRIO كالتالي:

$$L = \left\{\begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} A^{ee} & A^{er} \\ A^{re} & A^{rr} \end{bmatrix}\right\}^{-1} \quad (2)$$

حيث تشير L إلى مصفوفة ليونيتيف المعكوسة في نموذج IRIO. ويمكن الحصول عليها من خلال طرح مصفوفة المعاملات الفنية (يتم الحصول عليها من خلال قسمة كل عنصر في مصفوفة التشابك القطاعي Z على إجمالي الناتج في كل صف مطابق) من مصفوفة الوحدة (هي مصفوفة كل عناصرها صفر ماعدا قطرها الرئيسي يتكون من الواحد الصحيح). وتمثل مصفوفة المعاملات الفنية نسب مدخلات الانتاج (Leontief, 1970).

2/3 مضاعفات استهلاك المياه Water Consumption Multipliers

يتم التعبير عن إجمالي المياه العذبة المحلية السنوية التي تستهلكها قطاعات الإنتاج j في مصر وبقية دول العالم بمتجه الصف W كما يلي:

$$W = [W^e \quad W^r] \quad (3)$$

حيث تشير $W^e = \left[W_j^e\right]$، و $W^r = \left[W_j^r\right]$ إلى المياه العذبة السنوية التي تستهلكها قطاعات الإنتاج بشكل مباشر في مصر وبقية العالم على التوالي. ويتم حساب متجه معامل التأثير المباشر للمياه D، والذي يقيس كمية المياه لكل وحدة نقدية منفقة على الانتاج من خلال قسمة استهلاك المياه المباشر لكل قطاع على الناتج الكلي للقطاع على النحو التالي:

$$D = W\hat{X}^{-1} = [D^e \quad D^r] \quad (4)$$

– يمكن تجزأه مصفوفة ليونيتيف المعكوسة في المعادلة (2) كالتالي:

$$L = \begin{bmatrix} L^{ee} & L^{er} \\ L^{re} & L^{rr} \end{bmatrix} \quad (5)$$

– من ثم، يمكن حساب مضاعف استهلاك المياه داخل المنطقة كالتالي:

$$m^{ee} = D^e * [L^{ee}] \quad (6)$$

$$m^{rr} = D^r * [L^{rr}] \quad (7)$$

تمثل كل من $m(w)^{ee}$ و $m(w)^{rr}$ متجهات مضاعفات استهلاك المياه داخل المنطقة لكل من مصر وبقية العالم على التوالي، حيث يمثل كل عنصر في

كل متجه إجمالي كمية المياه المستخدمة في جميع القطاعات i في منطقة معينة (مصر أو العالم) لتلبية وحدة نقدية واحدة من الطلب النهائي على انتاج القطاع j في نفس المنطقة (مصر أو العالم). فيما يلي حساب مضاعف استهلاك المياه بين المناطق:

$$m^{er} = D^{e} * [L^{er}] \quad (8)$$

$$m^{re} = D^{r} * [L^{re}] \quad (9)$$

يشير كل من $m(w)^{er}$ ، $m(w)^{re}$ إلى مضاعفات استهلاك المياه بين المناطق، أو على المستوي الإقليمي لكل من مصر وبقية العالم على التوالي. يمثل كل عنصر في كل متجه إجمالي كمية المياه المستخدمة في جميع القطاعات i في منطقة معينة (مصر أو باقي العالم) لتلبية وحدة نقدية واحدة من الطلب النهائي للقطاع j في المنطقة الأخرى (باقي العالم أو مصر)، مثل الطلب النهائي لمصر على منتجات قطاع من بقية العالم والعكس صحيح.

3/3 حساب البصمة المائية الوطنية

وفقًا لـ (Chapagain & Hoekstra, 2004 ; Dong et al, 2013; Hoekstra & Chapagain, 2007; Hoekstra et al, 2009)، تتكون البصمة المائية لأي دولة من مكونين: (البصمة المائية الداخلية $WF_{internal}$+ البصمة المائية الخارجية $WF_{external}$). ولحساب كل منهما، يتم أولا الحصول على المصفوفات القطرية لمتجهات مضاعفات المياه. يتم تمييز المصفوفات القطرية بعلامة (^). ومن ثم، يمكن حساب البصمة المائية الداخلية والخارجية كالتالي:

$$WF_{internal} = [\widehat{m^{ee}}]\, F^{ee} + [\widehat{m^{er}}]\, F^{er} \quad (10)$$

$$VW_{imports} = [\widehat{m^{re}}]\, F^{ee} + [\widehat{m^{rr}}]\, F^{er} \quad (11)$$

4/3 حساب تجارة المياه الافتراضية

يمكن حساب صادرات مصر من المياه الافتراضية $VW_{exports}$ وواردات مصر من المياه الافتراضية $VW_{imports}$ على النحو التالي:

$$VW_{exports} = [\widehat{m^{ee}}]\, F^{re} + [\widehat{m^{er}}]\, F^{rr} \quad (12)$$

$$VW_{imports} = [\widehat{m^{re}}]\, F^{ee} + [\widehat{m^{rr}}]\, F^{er} \quad (13)$$

ويمكن الحصول على صافي صادرات مصر من المياه الافتراضية $VW_{net_exports}$ بطرح المعادلة رقم (13) من المعادلة رقم (12) كالتالي:

$$VW_{net_exports} = VW_{exports} - VW_{imports} \quad (14)$$

4. مصادر البيانات

تقوم الدراسة ببناء نموذج المدخلات والمخرجات بين الأقاليم interregional input-output (IRIO) المتصل باستخدامات المياه بين مصر وبقية العالم. واعتمدت الدراسة على قاعدة بيانات Eora [4] وفقًا لآخر إصدار عام 2021، والتي تقدم جدول المدخلات والمخرجات متعدد المناطق multi-regional input-output (MRIO)، الذي يشمل 189 دولة و26 قطاع. كذلك تقدم Eora استهلاك المياه الزرقاء لكل قطاع. ولقد استخدمت الدراسة أحدث جدول متاح للاستخدام الأكاديمي وهو لعام 2016. كذلك تم استخدام جدول عام 2010 (Lenzen et al, 2013, 2012).

اتبعت الدراسة المنهجية المتبعة في الدراسات السابقة مثل (Wahba, 2021; Wahba et al., 2018) حيث قامت بدمج الـ 189 منطقة / دولة في جدول المدخلات مخرجات متعدد الاقاليم (MRIO) إلى منطقتين فقط هما مصر وباقي دول العالم، وذلك لتكوين جدول المدخلات والمخرجات بين الاقاليم (IRIO)، الذي يصف التدفقات بين مصر وبقية العالم. وباستخدام 26 قطاع لـ Eora في مصر وبقية العالم، تحتوي هذه الدراسة على مصفوفة تشابك قطاعي ذات رتبة (52 × 52)، ومتجه ذو رتبه (52 × 1) يعبر عن الاستهلاك المباشر للمياه العذبة بواسطة قطاعات الاقتصاد المصري والعالمي.

[4] **Eora Database:** www.worldmrio.com.

5. النتائج

1/5 البصمة المائية الوطنية

البصمة المائية الوطنية هي إجمالي المياه العذبة المستخدمة في انتاج السلع والخدمات التي يستهلكها سكان الدولة. وتنقسم إلى: البصمة المائية الداخلية (IWF)، وهي المياه المحلية المستخدمة في انتاج السلع والخدمات التي يتم استهلاكها محليًا، والبصمة المائية الخارجية (EWF)، وهي المياه الأجنبية المستخدمة في انتاج المنتجات المستوردة المستهلكة محلياً.

قدرت الدراسة البصمة المائية الوطنية في مصر بـ 22.3 و25.8 مليار متر مكعب من المياه الزرقاء في عامي 2010 و2016 على التوالي بمعدل زيادة 15% خلال السبع سنوات جدول (2). قد ترجع هذه الزيادة إلى عدة عوامل منها: الزيادة السكانية خلال الفترة محل الدراسة والتنمية الاقتصادية. وبالرغم من زيادة السكان من 87 مليون نسمة عام 2010 إلى 99.8 مليون نسمة عام 2016 (UNDESA, 2024)، ارتفع متوسط نصيب الفرد من البصمة المائية الوطنية [5] بحوالي 1%. الأمر الذي انعكس على زيادة البصمة المائية الخارجية، وترشيد استهلاك المياه واستخدامها في قطاعات ذات إنتاجية عالية لوحدة المياه، والتوجه نحو صادرات قليله استهلاك المياه. وذلك ما سوف يتم توضيحه في النقاط التالية.

1/1/5 البصمة المائية الداخلية

ارتفعت البصمة المائية الداخلية بـ 15% خلال فترة الدراسة. كما استحوذت على النصيب الأكبر من البصمة المائية الوطنية في مصر، بنسبة 98% في عامي الدراسة. مما يعني أن استهلاك المصريين من السلع والخدمات يعتمد في المقام الأول على المياه المحلية وليست المستوردة. يستعرض جدول (1) المنتجات العشرة الأكثر استهلاكاً للمياه في مصر مرتبة تنازلياً، والتي احتلت حوالي 98%، و99% من إجمالي البصمة المائية الداخلية خلال عامي 2010، و2016 على التوالي.

يتضح من الجدول عدم تغير المنتجات الأكثر استحواذا على المياه الداخلية بين عامي الدراسة. بالرغم من ذلك، ارتفعت البصمة المائية الداخلية لبعض

[5] **متوسط نصيب الفرد من البصمة المائية الوطنية** = البصمة المائية الوطنية / عدد سكان الدولة في السنة المعنية.

المنتجات بينما تراجعت للبعض الأخر. فيتضح انخفاض البصمة المائية الداخلية لجميع مجموعات المنتجات العشرة فيما عدا المنتجات الزراعية، حيث شهدت زيادة بحوالي 87%. وعلي الرغم من احتلال منتجات الأغذية والمشروبات المركز الأول في استهلاك المياه المحلية خلال عام 2010، إلا إنها تراجعت خلال عام 2016 للمركز الثاني بحوالي 15%. كذلك انخفضت البصمة المائية الداخلية بشكل كبير في منتجات البناء بحوالي 86%، الخدمات المالية (64%)، والملابس (60%). كما بالجدول (2) العمود (7).

الجدول (1): البصمة المائية الداخلية لأكثر 10 مجموعات من المنتجات استهلاكاً للمياه (مليون م^3/ السنة)

المنتجات	النسبة من البصمة المائية الداخلية * 2010	المنتجات	النسبة من البصمة المائية الداخلية * 2016
الأغذية والمشروبات	%44	الزراعة	%57.8
الزراعة	%35.5	الأغذية والمشروبات	%32.6
الخدمات الفندقية	%8.7	الخدمات الفندقية	%4.3
التعليم والصحة	%2.1	التعليم والصحة	%1.3
البناء	%1.7	تجارة التجزئة	%0.8
تجارة التجزئة	%1.7	الإدارة العامة	%0.7
الخدمات المالية	%1.5	البناء	%0.5
الإدارة العامة	%1.3	الخدمات المالية	%0.5
الخشب والورق	%0.8	الخشب والورق	%0.3
الملابس	%0.7	صناعة الملابس	%0.2
المجموع	%98	المجموع	%99

المصدر: إعداد الباحثين.

ويتضح من الجدول (1) نسبة استحواذ كل منتج على البصمة المائية الداخلية. فخلال عام 2010 استحوذت صناعتي الأغذية والمشروبات والزراعة على حوالي 80% من إجمالي البصمة المائية الداخلية، وخلال عام 2016 زادت النسبة إلى حوالي 90% من إجمالي البصمة المائية الداخلية.

الجدول (2): البصمة المائية الوطنية لمصر خلال 2010 و2016

(مليون م^3 / السنة)

المنتجات	2010			2016					
	(1)	(2)	(1) + (2) = (3)	(4)	(5)	(4) + (5) = (6)	(7)	(8)	(9)
	البصمة المائية الداخلية للمستهلكين (IWF)**	البصمة المائية الخارجية للمستهلكين (EWF)**	البصمة المائية الوطنية للمستهلكين (NWF)*	البصمة المائية الداخلية للمستهلكين (IWF)**	البصمة المائية الخارجية للمستهلكين (EWF)** [6]	البصمة المائية الوطنية للمستهلكين (NWF)*	معدل تغير البصمة المائية الداخلية للمستهلكين*	معدل تغير البصمة المائية الخارجية للمستهلكين*	معدل تغير البصمة المائية الوطنية للمستهلكين*
الزراعة	7791.2	39.9	7831.1	14534.9	52.7	14587.6	%87	%32	%86
الصيد	2.3	0.5	2.8	1.2	0.5	1.8	%47-	%10	%37-
التعدين	1.3	0.1	1.4	2.2	1.3	3.5	%74	%1091	%153
الأغذية والمشروبات	9657.8	128.1	9785.9	8209.2	142.8	8352.0	%15-	%11	%15-
الملابس	152.7	62.1	214.8	61.7	83.6	145.2	%60-	%34	%32-
الخشب والورق	184.2	4.6	188.8	81.8	7.4	89.2	%56-	%59	%53-
البتروكيماويات	77.5	16.2	93.7	43.3	25.7	69.0	%44-	%58	%26-
المنتجات المعدنية	2.7	1.0	3.7	1.8	1.5	3.4	%33-	%55	%9-
الصناعات الكهربائية	61.0	24.9	86.0	33.8	33.7	67.5	%45-	%35	%22-
معدات النقل	37.1	18.0	55.1	18.5	23.8	42.3	%50-	%33	%23-
الصناعات الأخرى	47.5	13.0	60.5	17.6	18.5	36.1	%63-	%43	%40-

[6] البصمة المائية الخارجية هي واردات المياه الافتراضية.

إعادة التدوير	24.3	3.3	27.7	10.5	5.0	15.5	-%57	%49	-%44
الطاقة والغاز والمياه	15.4	2.0	17.4	22.8	29.1	51.9	%48	%1374	%198
البناء	373.1	14.7	387.9	120.4	21.4	141.8	-%68	%46	-%63
خدمات الصيانة	7.1	0.3	7.4	3.7	0.6	4.3	-%48	%86	-%43
تجارة الجملة	76.0	3.3	79.3	39.5	7.5	46.9	-%48	%126	-%41
تجارة التجزئة	370.4	7.9	378.3	204.3	13.1	217.5	-%45	%66	-%43
الخدمات الفندقية	1913.2	42.7	1955.9	1094.2	54.0	1148.2	-%43	%27	-%41
النقل	30.2	5.6	35.8	17.5	8.7	26.2	-%42	%56	-%27
الاتصالات	36.3	2.4	38.7	20.8	5.1	25.9	-%43	%116	-%33
الخدمات المالية	333.6	13.0	346.6	118.6	28.9	147.5	-%64	%123	-%57
الإدارة العامة	275.7	13.6	289.3	171.3	26.9	198.2	-%38	%98	-%31
التعليم والصحة	460.2	18.0	478.2	324.0	34.6	358.6	-%30	%92	-%25
القطاع العائلي	8.5	0.4	8.9	5.7	0.7	6.5	-%33	925	-%28
أخرى	4.7	0.3	5.0	1.9	0.7	2.6	-%60	%123	-%49
إعادة التصدير والاستيراد	0.5	5.9	6.4	0.8	13.1	13.9	%62	%123	%118
المجموع	**21,945**	**442**	**22,387**	**25,162**	**641**	**25,803**	**%15**	**%45**	**%15**

المصدر: * إعداد الباحثين.

**** البيانات تم الحصول عليها من قاعدة بيانات Eora.**

2/1/5 البصمة المائية الخارجية (واردات المياه الافتراضية)

توضح البصمة المائية الخارجية (واردات المياه الافتراضية) مدي اعتماد مصر على الموارد المائية من الدول الأخرى لسد الفجوة المائية لديها عن طريق المنتجات المستوردة. يمكن النظر إلى هذه المياه كمصدر إضافي للمياه المتاحة داخل الدولة نفسها. وعلي الرغم من أن نسبة البصمة المائية الخارجية إلى إجمالي البصمة المائية الوطنية ظلت ثابتة خلال العامين عند 2%، إلا إن قيمتها المطلقة ارتفعت بحوالي 45% خلال فترة الدراسة (الجدول (2)).

كما تشير النتائج في العمود (8) في جدول (2) إلى ارتفاع البصمة المائية الخارجية (واردات المياه الافتراضية) في جميع المنتجات خلال عام 2016 مقارنة بعام 2010. ويعد هذا أمراً جيد في ظل تفاقم أزمة ندرة المياه في مصر. يرجع ذلك إلى زيادة إجمالي الواردات السلعية بحوالي 55%، كما زادت واردات المنتجات الزراعية على وجه الخصوص بحوالي 67% كما بالجدول (5)، خاصة واردات المحاصيل كثيفة استهلاك المياه، مثل الأرز بحوالي (212%)، الموز (150%)، الشعير (127%) (جدول (4)).

الجدول (3): البصمة المائية الخارجية لأكثر 10 مجموعات من المنتجات استهلاكاً للمياه (مليون م^3/ السنة)

المنتجات	البصمة المائية الخارجية % 2010	المنتجات	البصمة المائية الخارجية % 2016
الأغذية والمشروبات	%29	الأغذية والمشروبات	%22
الملابس	%14	الملابس	%13
الخدمات الفندقية	%10	الخدمات الفندقية	%8
الزراعة	%9	الزراعة	%8
الصناعات الكهربائية	%6	التعليم والصحة	%5
التعليم والصحة	%4	الصناعات الكهربائية	%5
معدات النقل	%4	الطاقة والغاز والمياه	%5
البتروكيماويات	%4	الخدمات المالية	%5
البناء	%3	الإدارة العامة	%4
الإدارة العامة	%3	البتروكيماويات	%4
المجموع	%86	المجموع	%80

المصدر: إعداد الباحثين.

ويوضح الجدول (3) المنتجات العشرة الأكثر استحواذا على البصمة المائية الخارجية لمصر خلال عامي الدراسة، والتي تمثل حوالي 86% من إجمالي البصمة المائية الخارجية خلال عام 2010، وحوالي 80% من إجمالي البصمة المائية خلال عام 2016. تستحوذ منتجات الأغذية والمشروبات، الملابس، الخدمات الفندقية، والزراعة على النصيب الأكبر من البصمة المائية الخارجية خلال عامي الدراسة نظراً لكونها منتجات كثيفة استهلاك المياه بطبيعتها. ووفقاً لدراسة Chapagain & Hoekstra (2004)، تزداد البصمة المائية للمنتج كلما تعقدت مراحل تصنيعه. على سبيل المثال، يتطلب تصنيع بنطلون جينز حوالي 11,000 لتر من المياه (Pal et al, 2017 ; Chico et al, 2017). كما يستهلك تصنيع قالب واحد من شوكولاتة الحليب 1,430 لتر من المياه (Burley, 2015). ونظراً لتعدد وتداخل أنشطة الخدمات الفندقة اصبحت من ضمن أكبر القطاعات كثيفة استهلاك المياه.

ومن خلال الجدول (2) العمود (8)، يتضح زيادة في البصمة المائية الخارجية لمنتجات الطاقة والتعدين بحوالي 1374% و1091% على التوالي بين عامين 2010 و2016. ووفقاً لدراسة Liao et al (2019) فإن قطاع الطاقة يمتلك بصمة مائية كبيرة، وخاصة الطاقة الكهربائية، كما اتفقت معها دراسة Mekonnen & Hoekstra (2012) ودراسة Vanham et al (2019) التي أوضحت أن الطاقة المتجددة لها بصمة مائية صغيرة مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى. كما أشارت دراسة Islam & Murakami (2020) إلى البصمة المائية الكبيرة لعملية التعدين، حيث يتم استخدام كميات كبيرة من المياه في المراحل المختلفة لعمليه التعدين.

2/5 تجارة مصر للمياه الافتراضية

تهدف تجارة المياه الافتراضية إلى توفير المياه في الدول التي تعاني من ندرة مائية. ذلك من خلال استيراد المنتجات كثيفة الاستهلاك المياه من الدول التي تتميز بوفرة في مواردها المائية في مقابل تصدير منتجات مرتفعة القيمة وقليلة استهلاك المياه. وفيما يلي تحليل لميزان التجارة في المياه الافتراضية المصري من خلال تحديد ما إذا كانت مصر مصدر أو مستورد صافي للمياه الافتراضية خلال عامي الدراسة وفقا للتغير في ميزان مصر التجاري.

1/2/5 صادرات مصر من المياه الافتراضية

صادرات مصر من المياه الافتراضية هي إجمالي المياه المحلية العذبة المستهلكة في انتاج الصادرات. ويتضح من الجدول (5) العمود (10) أنه وبالرغم من زيادة إجمالي صادرات المنتجات بحوالي 13%، انخفضت إجمالي صادرات المياه الافتراضية المصرية بحوالي 27% خلال الفترة من 2010 إلى 2016 (جدول (5) العمود (9)). الأمر الذي يعني انخفاض كمية المياه التي تضمنتها الصادرات المصرية خلال تلك الفترة. ويعكس ذلك تغير هيكل الصادرات بمعني زيادة تصدير السلع قليلة استهلاك المياه مقابل تخفيض تصدير السلع كثيفة استهلاك المياه.

جدول (4): التغير في حجم الصادرات والواردات الزراعية كثيفة استهلاك المياه

ألف طن

المنتج الزراعي	صادرات 2010**	صادرات 2016**	معدل التغير في الصادرات*	واردات 2010**	واردات 2016**	معدل التغير في الواردات*
القمح	5	3	%40-	9805	10820	%10
الأرز	546	49	%91-	17	53	%212
الشعير	20	9	%55-	15	34	%127
الذرة الشامية	23	4	%83-	4845	6067	%25
الموز	17	11	%35-	10	25	%150

المصدر: **الجهاز المركزي العامة للتعبئة العامة والاحصاء، النشرة السنوية لحركة الإنتاج والتجارة الخارجية والمتاح للاستهلاك من السلع الزراعية، عام (2010 و2016). * إعداد الباحثين.

فعلى سبيل المثال انخفاض بعض الصادرات كثيفة استهلاك المياه مثل: الأغذية والمشروبات (10%)، والخدمات الفندقية (34%)، منتجات البناء بحوالي (8%). ومن ناحية أخرى، يتضح زيادة صادرات المنتجات الزراعية بحوالي 151% خلال فترة الدراسة، إلا إن صادرات المياه الافتراضية للمنتجات الزراعية انخفضت بحوالي 34% (الجدول (5) العمود (10)). يرجع ذلك إلى أن انخفاض الصادرات الزراعية كثيفة استهلاك المياه، مثل الأرز بحوالي (91%)، الذرة الشامية (83%)، الشعير (55%) (جدول (4)).

جدول (5): الميزان التجاري وتجارة المياه الافتراضية في مصر عام 2010 و2016

المنتجات	2010				2016				%			
	مليون م^3/السنة		مليون دولار		مليون م^3/السنة		مليون دولار					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
	صادرات المياه الافتراضية بالمنتج*	واردات المياه الافتراضية بالمنتج*	صادرات المنتجات**	واردات المنتجات**	صادرات المياه الافتراضية بالمنتج*	واردات المياه الافتراضية بالمنتج*	صادرات المنتجات**	واردات المنتجات**	معدل تغير صادرات المياه الافتراضية *	معدل تغير صادرات المنتجات *	معدل تغير واردات المياه الافتراضية *	معدل تغير واردات المنتجات *
الزراعة	2975.6	39.9	582.1	144.5	1956	52.7	1,461.3	241.0	-34%	151%	32%	67%
الصيد	26.7	0.5	4.7	12.1	22.6	0.5	18.8	16.6	-16%	303%	10%	37%
التعدين	1.3	0.1	15.0	8.9	0.7	1.3	53.3	13.8	-48%	256%	1091%	55%
الأغذية والمشروبات	4179.4	128.1	598.0	702.3	3028.3	142.8	540.9	1,013.2	-28%	-10%	11%	44%
الملابس	800.7	62.1	1,892.1	2,496.2	481.3	83.6	1,880.4	4,504.3	-40%	-1%	34%	80%
الخشب والورق	77.2	4.6	17.9	76.5	43.3	7.4	20.3	116.3	-44%	14%	59%	52%
البتروكيماويات	205.4	16.2	609.3	1,323.3	127	25.7	520.7	2,069.1	-38%	-15%	58%	56%
المنتجات المعدنية	20.5	1	52.5	138.0	16	1.5	70.5	209.2	-22%	34%	55%	52%
الصناعات الكهربائية	258.0	24.9	373.3	4,266.1	233.4	33.7	428.8	6,198.3	-10%	15%	35%	45%
معدات النقل	199.3	18	35.7	2,623.2	161	23.8	40.0	3,885.6	-19%	12%	33%	48%

الصناعات الأخرى	104.1	13	274.2	1,089.8	75.3	18.5	286.2	1,783.2	-28%	4%	43%	64%
إعادة التدوير	24.8	3.3	13.0	161.5	18.2	5	11.2	285.2	-27%	-13%	49%	77%
الطاقة والغاز والمياه	33.6	1.97	0.9	15.1	38.1	29.1	3.7	26.9	14%	292%	1374%	77%
البناء	424.8	14.7	25.3	27.3	408.9	21.4	23.4	58.5	-4%	-8%	46%	114%
خدمات الصيانة	20.1	0.3	2.6	4.5	10.1	0.6	3.8	9.5	-50%	44%	86%	114%
تجارة الجملة	100.6	3.3	3.5	28.2	50	7.5	5.6	63.5	-50%	60%	126%	125%
تجارة التجزئة	172.7	7.9	17.5	126.9	82.1	13.1	14.8	288.4	-52%	-16%	66%	127%
الخدمات الفندقية	827.4	42.7	187.2	449.2	553.4	54	123.7	768.9	-33%	-34%	27%	71%
النقل	102.5	5.6	291.3	784.0	160.1	8.7	207.3	915.7	56%	-29%	56%	17%
الاتصالات	36.2	2.4	21.5	51.5	25.8	5.1	19.2	93.5	-29%	-11%	116%	81%
الخدمات المالية	297.8	13.0	0.2	330.1	233.5	28.9	0.3	570.5	-22%	99%	123%	73%
الإدارة العامة	286.8	13.6	21.9	2.4	241.7	26.9	19.5	7.7	-16%	-11%	98%	228%
التعليم والصحة	525.8	18	96.0	172.3	479.4	34.6	57.1	249.4	-9%	-41%	92%	45%
القطاع العائلي	5.7	0.4	2.0	1.2	4.5	0.7	3.0	2.1	-21%	49%	92%	80%
أخرى	43.5	0.3	0.2	2.9	40.4	0.7	0.4	7.9	-7%	124%	123%	171%
إعادة التصدير والاستيراد	222	5.9	1.5	454.8	264.1	13.1	1.3	620.1	19%	-15%	123%	36%
المجموع	**11,972**	**442**	**5,139.3**	**7.15,492**	**8,755**	**641**	**5,815.5**	**24,018.3**	**-27%**	**13%**	**45%**	**55%**

المصدر: *إعداد الباحثين. ** البيانات تم الحصول عليها من قاعدة بيانات Eora.

2/2/5 صافي صادرات المياه الافتراضية

يعبر صافي صادرات المياه الافتراضية عن إجمالي صادرات المياه الافتراضية مطروحاً منها إجمالي واردات المياه الافتراضية في مصر، والتي تمت مناقشتها في الجزء 2.1.5 من هذه الدراسة. ويتضح من جدول (6) وشكل (2) أنه وبالرغم من أزمة ندرة المياه في مصر، إلا أن مصر صافي مصدر للمياه الافتراضية في عامي الدراسة. بالرغم من ذلك، اوضحت المقارنة بين عامي الدراسة انخفاض صافي صادرات المياه الافتراضية بحوالي 30% في عام 2016 مقارنة بعام 2010. يعكس هذا الانخفاض توجه الميزان التجاري السلعي المصري نحو توفير المياه في عام 2016 مقارنة بعام 2010.

طبقًا للجدول (6)، انخفض صافي صادرات المياه الافتراضية في جميع المنتجات مثل منتجات التعدين بحوالي (153%)، الطاقة والغاز والمياه (71%)، الخشب والورق (50%)، الملابس (46%)، الأغذية والمشروبات بحوالي (29%) وغيرها. ويظهر ذلك بوضوح من خلال الشكل (2).

كذلك يوضح الشكل (2) الترتيب التنازلي لـ 26 منتج من حيث صافي صادرات المياه الافتراضية خلال عامي الدراسة. تركزت صافي صادرات المياه الافتراضية في منتجات الأغذية والمشروبات، تليها المنتجات الزراعية، الخدمات الفندقية، التعليم والصحة، الملابس والبناء، وذلك خلال عامي الدراسة.

ومن ناحية أخرى يتضح أنه وبالرغم من كون مصر صافي مصدر للمياه الافتراضية، إلا إنها صافي مستورد للمنتجات (عجز الميزان التجاري المصري) خلال عامي الدراسة بمعدل زيادة حوالي 76% في عام 2016 مقارنة بعام 2010 (جدول (6)). الأمر الذي ساهم في تقليل صافي صادرات المياه عام 2016 مقارنة بعام 2010.

وأخيراً تجدر الإشارة إلى أنه خلال عام 2010 وصل الاستخدام غير المباشر للمياه في مصر (البصمة المائية الداخلية) إلى 2.31 ضعف الاستخدام المباشر (الاستخدامات المنزلية)[7]. أي أن كل لتر من المياه يتم استخدامه من قبل المستهلك بشكل مباشر يقابله 2.31 لتر من المياه يستخدمه بشكل غير مباشر نتيجة استخدامه للسلع والخدمات. وخلال عام 2016 زادت تلك النسبة إلى 2.42 (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، 2011، 2019). كما تعادل صادرات المياه الافتراضية 1.26 مقدار الاستخدام المباشر للمياه خلال عام 2010، وهذا يعني إن كل لتر من الماء يستخدم بشكل مباشر من قبل المستهلك في مصر يقابله

[7] المياه المستخدمة مباشرة من قبل المستهلك النهائي، المياه التي تستخدم في الطهي والشرب والنظافة الشخصية وغيرها من الاعمال المنزلية.

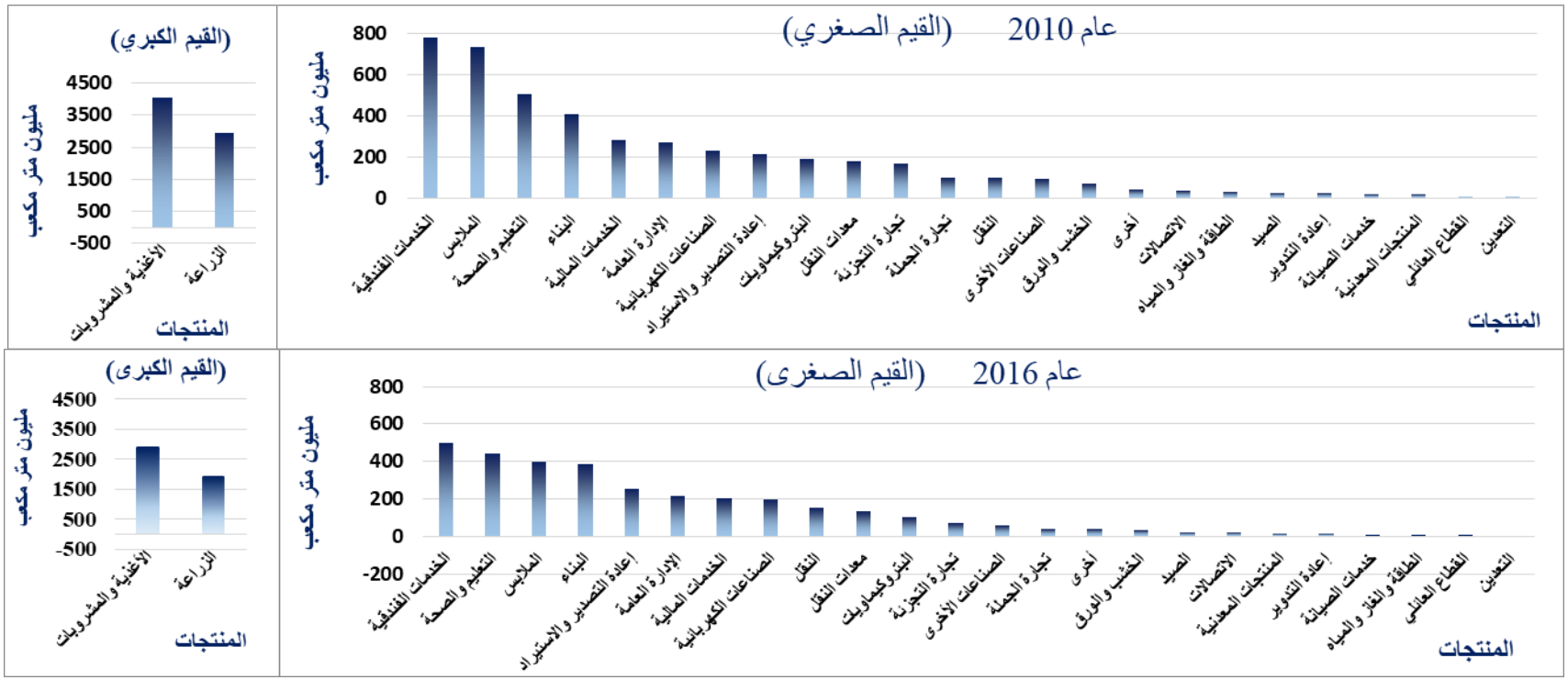
1.26 لتر من المياه يتم تصديره، وانخفضت هذه النسبة عام 2016 لتصل إلى 0.84. (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، 2011، 2019).

جدول (6): صافي صادرات المياه الافتراضية والمنتجات في مصر عام 2010 و2016

	مليون م^3		%	مليون دولار		%
المنتجات	**صافي صادرات المياه الافتراضية 2010**	**صافي صادرات المياه الافتراضية 2016**	**معدل تغير صافي صادرات المياه الافتراضية**	**صافي صادرات المنتجات 2010**	**صافي صادرات المنتجات 2016**	**معدل تغير صافي صادرات المنتجات**
الزراعة	2935.7	1903.3	%35-	437.6	1220.3	%179
الصيد	26.3	22.0	%16-	7.5-	2.2	%130-
التعدين	1.2	0.6-	%153-	6.0	39.5	%554
الأغذية والمشروبات	4051.3	2885.5	%29-	104.3-	472.3-	%353
الملابس	738.6	397.8	%46-	604.1-	2623.9-	%334
الخشب والورق	72.5	35.9	%50-	58.6-	96.0-	%64
البتروكيماويات	189.2	101.3	%46-	714.0-	1548.4-	%117
المنتجات المعدنية	19.5	14.5	%26-	85.5-	138.7-	%62
الصناعات الكهربائية	233.1	199.8	%14-	3892.8-	5769.6-	%48
معدات النقل	181.4	137.2	%24-	2587.5-	3845.7-	%49
الصناعات الأخرى	91.1	56.8	%38-	815.6-	1496.9-	%84
إعادة التدوير	21.5	13.2	%38-	148.5-	273.9-	%84
الطاقة والغاز والمياه	31.6	9.0	%71-	14.2-	23.2-	%63
البناء	410.0	387.4	%6-	2.0-	35.0-	%1668
خدمات الصيانة	19.8	9.5	%52-	1.9-	5.8-	%211
تجارة الجملة	97.2	42.5	%56-	24.7-	57.9-	%134
تجارة التجزئة	164.8	68.9	%58-	109.4-	273.7-	%150
الخدمات الفندقية	784.7	499.4	%36-	262.0-	645.2-	%146
النقل	96.9	151.4	%56	492.7-	708.4-	%44
الاتصالات	33.8	20.6	%39-	30.0-	74.2-	%147
الخدمات المالية	284.8	204.6	%28-	330.0-	570.1-	%73
الإدارة العامة	273.2	214.8	%21-	19.6	11.8	%40-
التعليم والصحة	507.8	444.8	%12-	76.3-	192.3-	%152
القطاع العائلي	5.3	3.7	%29-	0.9	0.9	%8
أخرى	43.2	39.8	%8-	2.8-	7.5-	%174
إعادة التصدير والاستيراد	216.1	251.0	%16	453.2-	618.8-	%37
المجموع	**11,530**	**8,114**	**%30-**	**10,353-**	**18,203-**	**%76**

المصدر: إعداد الباحثين.

الشكل (2): صافي صادرات المياه الافتراضية خلال عام 2010 و2016



المصدر: إعداد الباحثين.

6. الملخص والتوصيات

توصلت الدراسة إلى ارتفاع البصمة المائية الوطنية في مصر من المياه الزرقاء بحوالي 15% خلال سنوات الدراسة. كذلك ارتفع متوسط نصيب الفرد من البصمة المائية الوطنية من 256 م^3 خلال عام 2010 إلى 259 م^3 خلال عام 2016 بنسبة زيادة حوالي 1%. تُعد البصمة المائية الداخلية هي المكون الأكبر للبصمة المائية الوطنية بنسبة 98% خلال كلا من عامي الدراسة. بينما تستورد مصر 2% فقط من احتياجاتها المائية على شكل مياه افتراضية، والتي تتركز بشكل أساسي في منتجات الأغذية والمشروبات، والملابس، والخدمات الفندقية، والزراعة.

توصلت النتائج إلى انخفاض صادرات المياه الافتراضية خلال عام 2016 مقارنة بعام 2010 بحوالي 27%، وذلك على الرغم من زيادة صادرات المنتجات بحوالي 13% خلال نفس الفترة. كما زادت واردات المنتجات بحوالي 55%، إلا إن واردات المياه الافتراضية (البصمة المائية الخارجية) زادت بحوالي 45% فقط خلال عام 2016 مقارنة بعام 2010.

وعلي الرغم من استمرار عجز الميزان التجاري المصري خلال سنوات الدراسة، إلا إن مصر كانت صافي مصدر للمياه الافتراضية في العامين. وذلك بالرغم من انخفاض صافي صادرات المياه الافتراضية بحوالي 30% خلال عامي الدراسة. تمثل صافي صادرات المياه الافتراضية حوالي 20% من إجمالي الموارد المائية العذبة المتجددة في مصر خلال عام 2010، و14% خلال عام 2016 (FAO, 2024). عكس الانخفاض في صافي صادرات المياه الافتراضية المصرية خلال سنوات الدراسة نجاح تغيير هيكل وحجم التجارة الدولية في ترشيد استهلاك المياه المصرية العذبة.

كما توصلت الدراسة إلى إن الاستخدام غير المباشر للمياه المحلية (البصمة المائية الداخلية) يساوي 2.31 ضعف الاستخدام المباشر للمياه في عام 2010، مقابل 2.42 ضعف في عام 2016. كما وصلت كمية المياه المصدرة للخارج إلى 1.26 ضعف الاستخدام المباشر للمياه في مصر خلال عام 2010، مقابل 0.84 خلال عام 2016.

وتوصي الدراسة بالعمل على نشر الوعي حول مفهوم البصمة المائية والوضع المائي الحالي في مصر، حيث إن التعريف بالمحتوى المائي الافتراضي للسلع الاستهلاكية المختلفة سيساهم في زيادة الوعي حول حجم المياه المستهلكة، وكمية المهدر منها حال إهدار المنتج. ويمكن ذلك من خلال وضع باركود على المنتجات توضح كمية المياه المستخدمة في انتاجها. يأتي ذلك إلى جانب تعزيز دور المرأة في إدارة الموارد المائية، حيث ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالحياة اليومية للمجتمعات، وخاصة في

المناطق الريفية. كذلك يجب العمل علي دمج مصطلح المياه الافتراضية بشكل أساسي في صياغة خطط المياه الوطنية.

كذلك يجب النظر إلى المياه على إنه مورد غير مجاني. من ثم، يجب العمل على تضمين تكلفة المياه ضمن تكلفة الإنتاج والتصدير. في مقابل دعم المنتجات قليلة استهلاك المياه، أو تلك التي تراعي استدامة استخدام المياه.

من ناحية أخرى، توصي الدراسة بالحفاظ علي الأمن الغذائي للدولة، من خلال تنويع مصادر استيراد المنتجات، وإقامة علاقات تجارية متبادلة المنفعة في المنتجات الغذائية وغيرها من المنتجات. كذلك يجب العمل على تضمين العوامل الأخرى غير المائية المؤثرة في قيام التجارة، عند القيام بتحليل تجارة المياه الافتراضية. فعلي الرغم من كون المياه عنصر هام لقيام التجارة في ظل ندرة المياه العالمية لكنة ليس العنصر الحاسم أو الوحيد.

7. المراجع

1/7 المراجع العربية

- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء. (2010). **النشرة السنوية لحركة الإنتاج والتجارة الخارجية والمتاح للاستهلاك من السلع الزراعية.** القاهرة :الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء.
- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء. (2016). **النشرة السنوية لحركة الإنتاج والتجارة الخارجية والمتاح للاستهلاك من السلع الزراعية.** القاهرة :الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء.
- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء. (2011). **مصر في أرقام- الموارد المائية 2011.**
- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء. (2019). **مصر في أرقام- الموارد المائية 2019.**
- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء. (2023). **مصر في أرقام-الموارد المائية 2023.**
- حسانين، هديل طاهر محمد. (2014). تجـارة الميـاه الافتراضية: تحليل الآثار الاقتصادية على الصادرات **[أطروحة دكتوراه غير منشورة]**. جامعة الزقازيق.
- صديق، حسام الدين محمد. (2017). التجارة الخارجية لصادرات محصول القطن في ضوء ميزان المياه الافتراضية. **مجلة المنوفية للعلوم الزراعية والاقتصادية والاجتماعية،** 2 (2)، 105-121 .
- صندوق النقد العربي. (2021). **التقرير الاقتصادي العربي الموحد 2021.**
- صندوق النقد العربي. (2022). **التقرير الاقتصادي العربي الموحد 2022.**
- عرفة، محمود عبد التواب. (2012). دراسة تحليلية اقتصادية للاستخدام الأمثل للموارد المائية في ظل تجارة المياه الافتراضية في مصر **[أطروحة دكتوراه غير منشورة]**. جامعة القاهرة.
- الغايش، عزمى محمد. (2022). التأثيرات الاقتصادية لسد النهضة الاثيوبي على التنمية الاقتصادية لإثيوبيا ومصر- المخاوف والفرص المتاحة . **مجلة كلية الدراسات الإسلامية والعربية للبنات بالإسكندرية.** 36(6)، 12-72.
- لزعر، محمد أمين. (2023). إدارة الموارد المائية وتنمية الزراعة المستدامة في الدول العربية .**المجلة المصرية للتنمية والتخطيط.**
- محمود، نرمين محمد نصر. (2020). دراسة تحليلية لأثر المياه الافتراضية علي الميزان التجاري الزراعي المصري **[اطروحة دكتوراه غير منشورة].** جامعة الفيوم.
- منصور، عبد الرزاق. (2024). إنتاج وتجارة محصول القمح في ضوء مفهوم المياه الافتراضية. **مجلة بنها للعلوم الإنسانية،** 3 (1)، 47-70.
- وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية. (2022). **الأجندة الوطنية للتنمية المستدامة رؤية مصر 2030 المُحدثة.**

- وزارة الموارد المائية والري. (2016). **استراتيجية تنمية وإدارة الموارد المائية حتي عام 2050**.

2/7 المراجع الإنجليزية

- Abd Ellah, R. G. (2020). Water resources in Egypt and their challenges, Lake Nasser case study. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**, 46(1), 1-12. http://dx.doi.org/10.1016/j.ejar.2020.03.001
- Allan, J. A. (1993). Fortunately there are substitutes for water, otherwise our hydro-political futures would be impossible. **Priorities for water resources allocation and management**, 13(4), 26.
- Alobid, M., & Szűcs, I. (2022). Appraising the Water Status in Egypt Through the Application of the Virtual Water Principle in the Agricultural Sector. **In Environmental Footprints of Crops** (pp. 27-50). Singapore: Springer Nature Singapore. http://dx.doi.org/10.1007/978-981-19-0534-6_2
- Burley, H. (2015). The land and water footprints of everyday products Mind your step. **Friends of the Earth**. https://www.twosides.info/wp-content/uploads/2018/05/mind-your-step-report-76803.pdf
- CAPMAS. (2023). **Egypt In Figures- Population (2023).**
- Chanpagain, A. K., & Hoekstra, A. Y. (2003). The water needed to have the Dutch drink tea. **Value of Water Research Report Series**, (15).
- Chapagain, A. K., & Hoekstra, A. Y. (2004). Water footprints of nations. **Value of Water Research Report Series**, (16).
- Chen, S., Chen, F., Zhu, L., Li, Q., Wang, X., & Wang, L. (2023). A Spatial Water Footprint Assessment of Recycled Cotton T-Shirts: Case of Local Impacts in Selected China Provinces. **Sustainability**, 15(1), 817. http://dx.doi.org/10.3390/su15010817
- Chico, D., Aldaya, M. M., & Garrido, A. (2013). A water footprint assessment of a pair of jeans: the influence of agricultural policies on the sustainability of consumer products. **Journal of Cleaner Production**, 57, 238-248. http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.001

- Elfetyany, M., Farag, H., & Abd El Ghany, S. H. (2021). Assessment of national water footprint versus water availability - Case study for Egypt. **Alexandria Engineering Journal**, 60(4), 3577-3585. http://dx.doi.org/10.1016/j.aej.2020.12.038
- El-Nashar, W. Y., & Elyamany, A. H. (2018). Managing risks of the Grand Ethiopian Renaissance Dam on Egypt. **Ain Shams Engineering Journal**, 9(4), 2383-2388. http://dx.doi.org/10.1016/j.asej.2017.06.004
- El-Rawy, M., Abdalla, F., El Alfy, M., El-Rawy, M., Abdalla, F., El Alfy, M., & Abdalla, F. (2019). Water resources in Egypt. **In The geology of Egypt** (pp. 687-711). Cham: Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-15265-9_18
- Elsadek, E., Mohamed, N., Shaltout, F., & Ahmed, B. (2023) WEAP analysis for enhancing water resource sustainability in Egypt: a dynamic modeling approach for long-term planning and management, **HBRC Journal**, 19:1, 253-274, DOI: 10.1080/16874048.2023.2260602
- El-Sadek, A. (2010). Virtual water trade as a solution for water scarcity in Egypt. **Water Resources Management**, 24(11), 2437-2448. http://dx.doi.org/10.1007/s11269-009-9560-9
- FAO, 2024. AQUASTAT database [WWW Document]. Food and Agriculture Organization. Rome. URL http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en (accessed 3.28.24).
- Hamed, A. A. (2015) **Studies on transboundary virtual water and water footprint** [Unpublished Master thesis]. Mansoura University.
- Hoekstra, A. Y. (2009). Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis. **Ecological economics**, 68(7), 1963-1974. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.021
- Hoekstra, A. Y. (2017). The water footprint of animal products. **In The meat crisis** (pp. 21-30). Routledge
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). **The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard**. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781849775526

- International Organization for Migration [IOM]. (2022). **Triangulation of Migrants Stock in Egypt July 2022.** https://egypt.iom.int/sites/g/files/tmzbdl1021/files/documents/migration-stock-in-egypt-june-2022_v4_eng.pdf .
- Isard, W. (1951). Interregional and regional input-output analysis: a model of a space-economy. **The Review of Economics and Statistics**, 318-328. http://dx.doi.org/10.2307/1926459
- Islam, K., & Murakami, S. (2020). Accounting for water footprint of an open-pit copper mine. **Sustainability**, 12(22), 9660. http://dx.doi.org/10.3390/su12229660
- Khalil, A. A., Ibrahim, M. M., & Ramadan, M. H. (2015). Transboundary virtual water and water footprint for some crops in Egypt. **Misr Journal of Agricultural Engineering**, 32(2), 713-738. http://dx.doi.org/10.21608/mjae.2015.98631
- Lenzen, M., Kanemoto, K., Moran, D., & Geschke, A. (2012). Mapping the structure of the world economy. **Environmental Science & Technology**, 46(15), 8374-8381.http://dx.doi.org/10.1021/es300171x
- Lenzen, M., Moran, D., Kanemoto, K., & Geschke, A. (2013). Building Eora: A Global Multi-regional Input-Output Database at High Country and Sector Resolution. **Economic Systems Research**, 25(1), 20-49. http://dx.doi.org/10.1080/09535314.2013.769938
- Leontief, W. (1970). Environmental repercussions and the economic structure: An input-output approach. The Review of Economics and Statistics, 52(3), 262–271. http://dx.doi.org/10.2307/1926294
- Leontief, W. W. (1936). Quantitative input and output relations in the economic systems of the United States. **The Review of Economic Statistics**, 105-125.
- Liao, X., Zhao, X., Jiang, Y., Liu, Y., Yi, Y., & Tillotson, M. R. (2019). Water footprint of the energy sector in China's two megalopolises. **Ecological Modelling**, 391, 9-15.http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2018.10.009
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2012). The blue water footprint of electricity from hydropower**. Hydrology and earth**

system sciences, 16(1), 179-187.http://dx.doi.org/10.5194/hess-16-179-2012

- Miller, R. E., & Blair, P. D. (2022). **Input-output analysis: foundations and extensions** (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Mohy, S., El Aasar, K., & Sakr, Y. (2023). Decomposition Analysis of Virtual Water Outflows for Major Egyptian Exporting Crops to the European Union. **Sustainability**, 15(6), 4943. http://dx.doi.org/10.3390/su15064943
- Pal, H., Chatterjee, K. N., & Sharma, D. (2017). Water footprint of denim industry. **In Sustainability in Denim** (pp. 111-123). Woodhead Publishing. http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-08-102043-2.00005-8
- Shehata, G. A. B., Srour, A. H. I., Oraby, S. A. M. S., El, S. E. S. E. S., & Zahran, H. A. E. M. (2023). Virtual Water Trade in Egyptian Agricultural Sector in the Light of Scarcity of Water Resources. **Open Journal of Social Sciences**, 11(5), 162-189. http://dx.doi.org/10.4236/jss.2023.115013
- United Nations [UN]. (2023). **The United Nations World water development report 2023: partnerships and cooperation for water**. UNESCO, Paris. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384655
- United Nations High Commissioner for Refugees [UNHCR]. (2024). **FACT SHEET – EGYPT**. https://www.unhcr.org/eg/wp-content/uploads/sites/36/2024/01/UNHCR-Egypt-Factsheet_JAN-2024.pdf
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs [UNDESA], Population Division (2024). **World Population Prospects: The 2022 Revision**, custom data acquired via website. https://population.un.org/wpp/
- Vanham, D., Medarac, H., Schyns, J. F., Hogeboom, R. J., & Magagna, D. (2019). The consumptive water footprint of the European Union energy sector. **Environmental Research Letters**, 14(10), 104016. http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/ab374a
- Wahba, S.M., 2021. Understanding internal water footprint inequality of the Egyptian households based on different income and lifestyles. **Journal of Cleaner Production**. 288. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125112

- Wahba, S.M., Scott, K., Steinberger, J.K., 2018. Analyzing Egypt's water footprint based on trade balance and expenditure inequality. **Journal of Cleaner Production**. 198, 1526–1535. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.266
- Water footprint network [WFN] (online). 2024. Available: https://www.waterfootprint.org/water-footprint-2/what-is-a-water-footprint/

الملحق الإحصائي

جدول (م1): إجمالي عدد السكان ومتوسط نصيب الفرد من المياه الفعلي والمتوقع في مصر (1950 – 2100)

السنة	إجمالي عدد السكان (مليون نسمة)	إجمالي الموارد المائية في مصر (مليار م^3)	متوسط نصيب الفرد من المياه (م^3)
1950	21150059	60	3837
1959	26345761	60	2277
1960	27034499	60	2219
1970	34781986	60	1725
1980	43748556	60	1371
1990	57214631	60	1049
2000	71371372	60	841
2010	87252414	60	688
2016	99784030	60	601
2020	107465134	60	558
2024	114484252	60	524
2030	125151725	60	479
2050	160339889	60	374
2100	205225076	60	292

Source Data Prepared by the ResearcherS Based on: United Nations, Department of Economic and Social Affairs [UNDESA], Population Division (2024). *World Population Prospects: The 2022 Revision*, https://population.un.org/wpp/ ; CAPMAS: Egypt In Figures- Population (2023).

ملحوظة: تم الحصول علي بيانات الموارد المائية في مصر من الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، وهي ثابتة منذ توقيع اتفاقية تقسيم المياه عام 1959، وبالرجوع لكمية المياه خلال السنوات من (2016 – 2022)، تم تقريب الرقم ل 60

مليار م^3. متوسط نصيب الفرد من المياه: قسمة إجمالي الموارد المائية التقليدية (وفقًا للجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء) علي إجمالي عدد السكان (وفقًا للأمم المتحدة، شعبة السكان). البيانات المستخدمة وفقًا للأمم المتحدة، شعبة السكان، بيانات فعلية من عام (1950– 2022)، وبقية البيانات تم التنبؤ بها بنسبة 95% كمؤشر للثقة في التنبؤ.

جدول (م2): مطابقة أسماء القطاعات تبعا لقاعدة بيانات EORA مع المستخدمة في البحث

القطاعات تبعا لقاعدة بيانات EORA	المصطلح المستخدم في البحث
Agriculture	الزراعة
Fishing	الصيد
Mining and Quarrying	التعدين
Food & Beverages	الأغذية والمشروبات
Textiles and Wearing Apparel	الملابس
Wood and Paper	الخشب والورق
Petroleum, Chemical, and Non-Metallic Mineral Products	البتروكيماويات
Metal Products	المنتجات المعدنية
Electrical and Machinery	الصناعات الكهربائية
Transport Equipment	معدات النقل
Other Manufacturing	الصناعات الأخرى
Recycling	إعادة التدوير
Electricity, Gas and Water	الطاقة والغاز والمياه
Construction	البناء
Maintenance and Repair	خدمات الصيانة
Wholesale Trade	تجارة الجملة
Retail Trade	تجارة التجزئة
Hotels and Restaurants	الخدمات الفندقية
Transport	النقل
Post and Telecommunications	الاتصالات
Financial Intermediation and Business Activities	الخدمات المالية
Public Administration	الإدارة العامة

Education, Health, and Other Services	التعليم والصحة
Private Households	القطاع العائلي
Others	أخرى
Re-export & Re-import	إعادة التصدير والاستيراد

المصدر: إعداد الباحثين.