Journal of Agricultural Sciences and Sustainable Development

Open Access Journal
https://jassd.journals.ekb.eg/

ISSN (Print): 3009-6375; ISSN (Online): 3009-6219

The Water Situation in the Egyptian Agricultural Sector by Applying the Principle of Virtual Water and Water Footprint: A Case Study of Rice Crop

ElShatla H. S. A.[1*] Abdelaal A. R.[1] and Fadel M. A.[2]

1- Department of Economic Studies, Desert Research Center, Egypt
2- Agricultural Economics Research Institute, Agricultural Research Center, Egypt

Abstract

The research aimed to analyze the water situation in the Egyptian agricultural sector by applying the principle of virtual water for agricultural exports and imports and the water footprint, with a focus on the rice crop, in light of the growing severity of the problem of the deficit in Egyptian water resources. The most important results were the following: The total net virtual water balance in favor of Egypt amounted to about 76.3 billion m^3, and the internal water footprint of the rice crop ranged between two limits, a minimum of about 5.54 billion m^3 in 2010, and a maximum of about 10.5 billion m^3 in 2008, and the average amount of incoming water compared to the quantities that were imported during the period The study amounts to about 7.8 billion m^3. The external water footprint also ranged between two limits, a minimum of about -2.48 billion m^3 in 2007, and a maximum of about 1.78 billion m^3 in 2019, and an average external water footprint of about -361 million m^3. The total water footprint of the Egyptian rice crop ranges between two limits, a minimum of about 4.3 billion cubic meters in 2010, and a maximum of about 10.8 billion cubic meters in 2019, and an average of about 7.44 billion cubic meters.

Manuscript Information:

*Corresponding author : Hany S. A. ElShatla
E-mail: dr.hany.drc66@gmail.com

Received: 29/01/2024
Revised: 22/02/2024
Accepted: 23/02/2024
Published: 01/05/2024
DOI: 10.21608/JASSD.2024.266437.1007

©2024, by the authors. Licensee **Agricultural Sciences and Sustainable Development Association**, Egypt. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Keywords: Water Situation, Virtual Water, Water Footprint, Rice Crop.

مجلة العلوم الزراعية والتنمية المستدامة

Open Access Journal
https://jassd.journals.ekb.eg/

الترقيم الدولي (مطبوع): 3009-6375 الترقيم الدولي (أونلاين): 3009-6219

الوضع المائي في القطاع الزراعي المصري من خلال تطبيق مبدأ المياه الإفتراضية والبصمة المائية: دراسة حالة محصول الأرز

هاني سعيد عبدالرحمن الشتلة[1*]، أحمد رمضان عبدالعال[1]، محمد أحمد فاضل[2]

1- قسم الدراسات الاقتصادية- مركز بحوث الصحراء- مصر
2- معهد بحوث الاقتصاد الزراعي- مركز البحوث الزراعية- مصر

الملخص العربى:

استهدف البحث تحليل الوضع المائي في القطاع الزراعي المصري من خلال تطبيق مبدأ المياه الإفتراضية للصادرات والواردات الزراعية والبصمة المائية مع التركيز علي محصول الأرز، وذلك في ظل تنامي حدة مشكلة العجز في الموارد المائية المصرية. وتبين من خلال النتائج أن صافي ميزان المياه الإفتراضية الإجمالية لصالح مصر بلغ حوالي 76.3 مليار م^3، وتراوحت البصمة المائية الداخلية لمحصول الأرز بين حدين أدني ويبلغ نحو 5.54 مليار م^3 عام 2010، وأقصي ويبلغ نحو 10.5 مليار م^3 عام 2008، ومتوسط كمية مياه داخلة مع الكميات التي تم استيرادها خلال فترة الدراسة تبلغ حوالي 7.8 مليار م^3. كما تراوحت البصمة المائية الخارجية بين حدين أدني ويبلغ نحو – 2.48 مليار م^3 عام 2007، وأقصي ويبلغ نحو 1.78 مليار م^3 عام 2019، ومتوسط للبصمة المائية الخارجية بلغ نحو –361 مليون م^3. كما أظهرت النتائج أن إجمالي البصمة المائية الكلية لمحصول الأرز المصري تتراوح قيمتها بين حدين أدني ويبلغ نحو 4.3 مليار م^3 عام 2010، وحد أقصي ويبلغ نحو 10.8 مليار م^3 عام 2019، ومتوسط بلغ نحو 7.44 مليار م^3.

بيانات البحث:

*الباحث المسئول: هاني سعيد عبدالرحمن الشتلة
dr.hany.drc66@gmail.com

تاريخ استلام البحث: 2024/01/29م
تاريخ إجراء التعديلات: 2024/02/22م
تاريخ القبول: 2024/02/23م
تاريخ النشر: 2024/05/01م
معرف الوثيقة:
DOI: 10.21608/JASSD.2024.266437.1007

©2024، من قبل المؤلفين. مرخص من جمعية العلوم الزراعية والتنمية المستدامة، مصر. هذه المقالة عبارة عن مقالة ذات وصول مفتوح يتم توزيعها بموجب شروط وأحكام ترخيص Creative Commons Attribution (CC BY) (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الكلمات المفتاحية: الوضع المائي، المياه الإفتراضية، البصمة المائية، محصول الأرز.

المقدمة

تعتبر الموارد المائية محوراً استراتيجياً حيوياً وواحداً من أهم التحديات التي يواجهها القطاع الزراعي في مصر. ويشترك الجميع في الاتفاق على أهمية قطرة الماء في هذا السياق، ويعتبر العصر الحالي عصر الذهب الأزرق أو عصر قطرة الماء، وذلك نظراً لتزايد استهلاك الموارد المائية وزيادة الطلب عليها بسبب النمو السكاني المستمر، هذا التزايد في الطلب على المياه يؤدي إلى تقليل معدل الاستهلاك للفرد، وهو مؤشر أساسي للأمن المائى **(أحمد، 2022)**. وتزيد هذه التحديات على تفاقم الفجوة في الأمن الغذائي، حيث ترتبط بشكل وثيق بين تحقيق الأمن الغذائي والأمن المائي. فنقص الموارد المائية يؤثر سلباً على إنتاجية القطاع الزراعي، الذي يعتمد بشكل كبير على المياه لري المحاصيل وتغذية المواشي. وبالتالي، يمكن أن يؤدي نقص الموارد المائية إلى ارتفاع أسعار الأغذية وتقليل إمكانية الوصول إلى الغذاء الآمن والمغذي **(الشتلة وآخرون، 2014)**. ويعتبر القطاع الزراعي في مصر أكبر مستهلك للمياه، حيث يستهلك حوالي 85% من الموارد المائية المحلية، وقد شهد هذا القطاع زيادة في استهلاك المياه من 61.45 مليار متر مكعب إلى 61.87 مليار متر مكعب خلال الفترة من عام 2017 إلى عام 2022 (النشرة السنوية لإحصاء الري والموارد المائية). ونظرًا لوجود مشكلة عجز في المياه، فقد تم البحث عن بدائل للقطاع الزراعي للحد من هذه المشكلة. في إطار السعي إلى الوصول إلى الأسواق العالمية وتوفير المواد الغذائية في السوق المحلية، ظهرت فكرة الاعتماد على مبدأ ومفهوم المياه الافتراضية *Virtual Water* **(بكدي، 2020)** هذا المفهوم يعني استخدام المياه بشكل فعال وذكي، وتحويل موارد المياه المتاحة بشكل أكبر للزراعة بطرق أكثر كفاءة، مثل استخدام تقنيات الري الحديثة والمستدامة مثل الري بالتنقيط والري الجوفي **(حسيان، 2012)**.

ويعتمد استخدام هذا المفهوم، على فرضية أن تصدير أو استيراد المنتجات الزراعية، من الدول التي تعاني فقرا في مواردها المائية، إنما هو بمثابة تصدير أو استيراد لمواردها المائية (تجارة بالمياه الإفتراضية) **(الشتلة وآخرون، 2014)**، ويتصل مفهوم البصمة المائية *Water Footprint* بشكل وثيق بمفهوم المياه الافتراضية، وقد عرفها *Arjen Hoekstra* بأنها الحجم الكلي للمياه العذبة التي تستخدم في إنتاج السلع والخدمات والمنتجات التي يستهلكها الفرد أو المجتمع **(الشتلة ورمضان، 2022)**، يتم تحديد البصمة المائية لكل سلعة سواء كانت بصرف النظر عن طبيعتها المباشرة أو غير المباشرة، ويتم ذلك بتحديد البدائل المتاحة وتوجيهات الإنتاج للحد من الاستهلاك وتحسين كفاءة الموارد، مما يؤدي إلى تقليل التأثير على البيئة وتوفير المياه (نور الدين، 2017). وتعتبر البصمة المائية وسيلة لقياس الاستهلاك الفعلي للمياه في جميع الأغراض بما في ذلك الزراعية والصناعية والمنزلية. فهي توفر فهمًا أعمق لكيفية استخدام المياه في تكوين المنتجات وتوفير الخدمات، وتساعد في تحديد الفرص لتحسين كفاءة استخدام المياه وتحقيق الاستدامة في استخدام الموارد المائية **(الشتلة ورمضان، 2022)**.

مشكلة البحث:

توفر الموارد المائية أصبح أمرًا ضروريًا ومثيرًا للقلق في مصر، خاصة مع بناء سد النهضة الإثيوبي، حيث يُعتبر الماء المورد الحيوي لتحقيق التنمية الاقتصادية والإنتاج الغذائي، ومع نقص المياه واعتبار مصر من الدول التي تعاني من ندرة المياه ونقص الأمطار، فإن الحلول التقليدية لحل هذه المشكلة لم تعد كافية. لذا أصبح من الضروري استكشاف وتطبيق حلول جديدة مثل مفهوم المياه الافتراضية والبصمة المائية في إدارة الطلب على المياه والحفاظ على استخدامها. هذه الأدوات تساعد في تقليل الضغط على الموارد المائية وتحسين كفاءة استخدامها، مما يساهم في الحفاظ على مورد المياه في البلاد. الأمر الذي ينبغي معه دراسة وتحليل الوضع المائي في القطاع الزراعي المصري بعناية، واعتماد استراتيجيات مستدامة لإدارة المياه وتحسين استخدامها، بما في ذلك الاستفادة الأمثل من مفهوم المياه الافتراضية وتطبيق تقنيات الزراعة الحديثة والمحافظة على الموارد المائية.

أهداف البحث:

يهدف البحث بصفة أساسية إلي رصد وتحليل الوضع المائي في القطاع الزراعي المصري وذلك من خلال تحقيق مجموعة من الأهداف الفرعية التالية:

1- تقدير المياه الإفتراضية لأهم مجاميع محاصيل التركيب المحصولي في مصر.

2- تقدير التغير في مخزون الأرز وكمية الفائض والعجز منه.

3- تقدير المخزون الإستراتيجي ومعامل الأمن الغذائي لمحصول الأرز.

4- تقدير مدي مساهمة الإنتاج المحلي والواردات والاستثمار الزراعي في الخارج لتحقيق الأمن الغذائي لمحصول الأرز.

5- تقدير كمية وقيمة المياه الإفتراضية المكتسبة من التجارة الخارجية لمحصول الأرز، وذلك في ظل تنامي حدة مشكلة العجز في الموارد المائية المصرية.

الأسلوب البحثي ومصادر البيانات:

عتمد البحث علي البيانات الثانوية المنشورة عن قطاع الشئون الاقتصادية بوزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، والجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، بالإضافة إلي العديد من الدراسات والبحوث ذات الصلة بموضوع البحث، كما إعتمد علي أساليب التحليل الوصفي والكمي التى تتناسب وطبيعة البيانات.

نتائج البحث ومناقشتها:

(1) الميزان المائي:

يقصد يقصد بالميزان المائي لأي دولة، عملية الموازنة والمقارنة بين إجمالي حجم وكمية الموارد المائية التقليدية، والموارد المائية غير التقليدية في فترة زمنية معينة، وبين إجمالي حجم المياه المطلوبة واللازمة لسد مختلف الإحتياجات، خلال الفترة الزمنية نفسها **(سلام، 2016)**. وتوضح البيانات الواردة بجدول (1) تطور كمية وحجم الميزان المائي لمصر وفق معطيات التسلسل الزمني ومنه يتبين أن: إجمالي الاستخدامات المائية زادت من (80- 81.4) مليار م^3 خلال عامي (2017- 2022). تمثل الاستخدامات المائية الزراعية الجزء الأكبر منها والتى زادت من (61.45- 61.9) مليار م^3. بينما زاد إجمالى الاستخدامات المائية الأخرى، من مياه الشرب والصناعة والفاقد بالبخر من (18.55- 19.5) مليار م^3 تمثل مياه الشرب القدر الأكبر، منها حيث زادت من (10.65- 11.48) مليار م^3، ومن المتوقع أن تزداد الإحتياجات المائية المختلفة لقطاع الزراعة نتيجة التوسع الزراعى، بالإضافة إلي الزيادة المتوقعة في القطاعات الأخري. **(النشرة السنوية لإحصاء الري والموارد المائية).**

(2) تقدير المياه الإفتراضية:

يعتبر ***Tony Allan*** أول من قام بتوضيح مفهوم المياه الإفتراضية، وذلك لدعم أطروحته بأن دول الشرق الأوسط يمكنها أن تكون قادرة علي أن توفر مواردها الشحيحة من المياه العذبة بالإعتماد علي استيراد الغذاء والمواد الغذائية ذات الحاجات المائية العالية **(مصطفي، 2017)**.

وهو يري أن هذا المفهوم، سيسمح بالتحول من مفهوم الإكتفاء الذاتي، إلي مفهوم الأمن الغذائي، عبر تجارة المياه الإفتراضية، والتي تعني تلك المياه المتضمنة في السلع الغذائية والمنتجات الحيوانية والصناعية، أي قياس المياه التي تتحرك عبر الحدود، ويتم تصديرها في شكل منتجات من الدول الغنية مائيا، إلي دول أخري تفتقر إلي الموارد المائية، وأن التوازن بين حجم المياه الإفتراضية المصدرة مقارنة بحجم المياه الإفتراضية المستوردة، يحقق فائضا أو عجزا في الميزان المائي للدولة **(بكدي، 2020)**. وفي إطار ذلك فقد عرف ***Tony Allan*** المياه الإفتراضية علي أنها ذلك القدر من المياه اللازم لإنتاج سلعة أو خدمة وبالتالي يمكن للدول التي تعاني من شح في الموارد المائية، المحافظة علي مواردها المائية، من خلال استيراد المياه الإفتراضية، أي استيراد المواد الغذائية والسلع ذات الإحتياجات المائية المرتفعة **(الدروبي، 2008)**. والمياه الإفتراضية هي كمية المياه المتضمنة داخل المنتج أو السلعة أو الخدمة، ليست فى صورة حقيقية، لكنها فى صورة إفتراضية، فهى تشير إلى كمية المياه اللازمة لإنتاج المنتج أو السلعة **(سلام، 2016)**.

جدول رقم (1): الميزان المائي لجمهورية مصر العربية بالمليار م^3 وفق معطيات التسلسل الزمني لها خلال الفترة (2017- 2022)

البيان	2017	2018	2019	2020	2021	2022
الموارد المائية المحلية						
نهر النيل	55.5	55.5	55.5	55.5	55.5	55.5
مياه جوفية عميقة	2.40	2.45	2.45	2.50	2.10	2.50
الأمطار والسيول	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
تحلية	0.25	0.35	0.35	0.38	0.38	0.38
إجمالي الموارد التقليدية	59.5	59.6	59.6	59.7	59.3	59.7
مياه جوفية ضحلة	7.05	7.15	7.00	7.87	8.75	6.33
إعادة استخدام مياه الصرف	13.5	13.5	13.7	13.5	13.4	15.4
إجمالي الموارد غير التقليدية	20.6	20.7	20.7	21.4	22.2	21.7
إجمالي الموارد المائية	80.0	80.3	80.3	81.1	81.4	81.4
استخدامات الموارد المائية						
مياه الشرب	10.7	10.7	10.7	11.5	11.5	11.5
مياه الصناعة	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.52
مياه الزراعة	61.5	61.7	61.7	61.6	62.0	61.9
فواقد البخر	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
إجمالي الاستخدامات	80.0	80.3	80.3	81.1	81.4	81.4

المصدر: الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاء الري والموارد المائية، أعداد متفرقة.

والخطوات التالية تعتبر أحد الطرق التي توضح طريقة تقدير كمية المياه الإفتراضية للمحاصيل الزراعية كما يلي:

$$\boldsymbol{VWC(c) = \frac{CWU(c)}{Production\,(c)}} \quad (1)$$

حيث أن:

$VWC(c)$: كمية المياه الإفتراضية للمحصول $(\boldsymbol{c})$ م^3/ طن.

$CWU(c)$: كمية المياه المستهلكة للمحصول $(\boldsymbol{c})$ م^3/ سنة.

$Production\,(c)$: إنتاج المحصول $(\boldsymbol{c})$ بالطن.

$$\boldsymbol{CWU(c) = CWR(c) \times \frac{Production\,(c)}{Yield\,(c)}} \quad (2)$$

حيث أن:

$CWR(c)$: كمية الإحتياج المائي للمحصول $(\boldsymbol{c})$ م3/ فدان. وتعرف بأنها كمية المياه اللازمة للتبخر من لحظة الزراعة حتي الحصاد عندما ينمو المحصول في تربة تحتوي مياها كافيه.

$Yield\,(c)$: إنتاجية المحصول $(\boldsymbol{c})$ طن/ فدان.

وتحسب كمية الإحتياج المائي للمحصول $(\boldsymbol{c})$ من العلاقة التالية:

$$\boldsymbol{CWR(c) = 10 \times \sum_{n=1}^{lp} ETC(c,d)} \quad (3)$$

حيث أن:

lp: طول مدة النمو باليوم.

ETC: عبارة عن كمية البخر نتح[1] اليومي بالمليميتر للمحصول $(\boldsymbol{c})$.(حسيان 2012)

ويتراوح البخر نتح في المتوسط ما بين 5.25 مم/ يوم (9) في صعيد مصر، 5.0 مم/ يوم في مصر الوسطى والقاهرة، 4.7-4.9 مم/ يوم في إقليم الدلتا، 4.8 مم/ يوم في الساحل الشمالي. ومتى عُرف متوسط البخر نتح القياسى، ومعامل المحصول ويوجد محسوباً في جداول خاصة، حيث يتراوح بين 0.6- 1.4 وذلك تبعاً لنوع المحصول المنزرع، يمكن حساب بخر نتح المحصول كما يلي: (عناني، 2013)

$$\boldsymbol{ETC(c) = KC(c) \times ETO} \quad (4)$$

حيث أن:

ETO: هي نسبة التبخر من الغطاء النباتي في ظروف مثالية لنمو النبات، إذ أنه يتأثر بالظروف المناخية فقط، ويحسب لشهور السنة كلها من برنامج CLIMWAT.

$KC(c)$: معامل المحصول وهو يختلف من محصول لآخر. (حسيان 2012)

وباستخدام تلك الدوال المرجعية السابقة أمكن من خلالها حساب كمية المياه الإفتراضية لأهم الحاصلات الزراعية كما يلي:

[1] يتم الحصول علي هذا البخر من خلال عملية ضرب كمية البخر المرجعي ETO بمعامل المحصول KC ، وهذا المعامل يؤخذ لأربع مراحل من مراحل نمو المحصول: المرحلة الإبتدائية أو مرحلة البادرة، مرحلة النمو وهي المرحلة التي تلي البادرة، المرحلة الوسطي، والمرحلة الأخيرة، وهي المرحلة التي يكون فيها المحصول جاهز للنضج والحصاد. ونظرا لإختلاف المحاصيل الزراعية من حيث إرتفاع النبات، وكثافة المجموع الخضري، والمساحة الورقية، وطبيعة سطح الورقة، يختلف استهلاكها لمياه الري، لذلك يُعد معامل المحصول KC معامل لتحويل فيمة الاستهلاك المائي للنجيل الأخضر نشط النمو لا يعاني أي نقص مائي ETO إلي الاستهلاك المائي للمحصول المطلوب تقدير احتياجاته المائية ETC، وتتوقف قيمة معامل المحصول علي نوع النبات وصنفه، ومراحل نموه، علاوة علي الظروف المناخية والبيئية المحيطة به. (حسيان، 2012)

$$\mathrm{VWC(c)/Fedan} = \mathrm{VWC(c)/Ton} \times \mathrm{Yield(c)} \quad (5)$$

حيث أن:

$VWC(C)/Fedan$: كمية المياه الإفتراضية للمحصول $(\boldsymbol{c})$ م^3/ فدان.

$VWC(C)/Ton$: كمية المياه الإفتراضية للمحصول $(\boldsymbol{c})$ م^3/ طن.

$Yield(C)$: إنتاجية المحصول $(\boldsymbol{c})$ طن/ فدان.

$$\boldsymbol{VWL(C) = VWC(C)/Ton \times Production(C)} \quad (6)$$

حيث أن:

VWL: كمية المياه الإفتراضية المحلية.

$$\mathrm{VWI} = \mathrm{VWC(c)/Ton} \times \mathrm{Imports(c)} \quad (7)$$

حيث أن:

VWI : كمية المياه الإفتراضية المستوردة.

Imports(c) : كمية الواردات من المحصول $(\boldsymbol{c})$.

$$\mathrm{VWE} = \mathrm{VWC(c)/Ton} \times \mathrm{Exports(c)} \quad (8)$$

حيث أن:

VWE: كمية المياه الإفتراضية المصدرة.

$$\boldsymbol{VWB = VWE - VWI.}$$

حيث أن:

VWB: ميزان المياه الإفتراضية.

(3) تقدير المياه الإفتراضية لأهم المحاصيل الزراعية:

وفقاً لما تم سابقاً وباستخدام معادلات ودوال تقدير المياه الإفتراضية التي سبقت الإشارة إليها، فقد تم تقدير كمية المياه الإفتراضية لأهم الحاصلات الزراعية للتركيب المحصولي في القطاع الزراعي المصري خلال عام 2021، وذلك طبقاً لما ورد بجدول (2). ويوضح الجدول حجم المياه الإفتراضية لمجموعة محاصيل التركيب المحصولي التي تمت دراستها داخل هذا التركيب، وهي مجموعة محاصيل الحبوب والبقوليات، مجموعة محاصيل الزيوت، مجموعة محاصيل الخضر، وأخيرا مجموعة محاصيل الفاكهة، وذلك في محاولة تقديرية للمقارنة بين المجموعات المختلفة من حيث محتواها من المياه الإفتراضية، وذلك للوقوف علي حالة ميزان المياه الإفتراضية للتركيب المحصولي في ذلك العام. وقد تبين من الجدول السابق الإشارة إليه، أن أكثر محاصيل الحبوب من حيث محتواها من المياه الإفتراضية كان محصول الشعير بكمية مياه بلغت حوالي 2.9 ألف م^3/ طن، وأكثر محاصيل الزيوت كان محصول السمسم بكمية مياه إفتراضية بلغت حوالي 10.3 ألف م^3/ طن، وأكثر محاصيل الخضر كان محصول البسلة الخضراء بكمية مياه إفتراضية بلغت حوالي 1.5 ألف م^3/ طـن، وأكثر محاصيل

الفاكهة كان محصول المشمش بكمية مياه إفتراضية بلغت حوالي 2.002 ألف م^3/ طن.

(4) تجارة المياه الإفتراضية للمجموعات السلعية الزراعية:

(أ) مجموعة محاصيل الحبوب والبقوليات:

تعتبر مجموعة محاصيل الحبوب من أهم المجموعات التي يظهر فيها أثر تجارة المياه الإفتراضية، بإعتبارها من أكبر وأهم المجموعات الزراعية استيرادا من الخارج للدولة المصرية، وتوضح البيانات والنتائج الواردة بجدول (3)، أن إجمالي واردات مصر من المياه الإفتراضية لمجموعة محاصيل الحبوب والبقوليات خلال عام 2021 بلغت نحو 44.9 مليار م^3 سنويا، حيث جاءت واردات مصر من المياه الإفتراضية لمحصول القمح في المرتبة الأولي بكمية مياه بلغت نحو 18.4 مليار م^3، تمثل نحو 41.1% من إجمالي واردات مصر من المياه الإفتراضية للمجموعة المختارة. كما تبين أن إجمالي صادرات مصر من المياه الإفتراضية لها بلغ نحو 1.2 مليار م^3 سنويا، حيث جاءت صادرات مصر من المياه الإفتراضية لمحصول القمح في المرتبة الأولي بكمية بلغت نحو 0.833 مليار م^3، تمثل نحو 70.3% من إجمالي صادرات مصر من المياه الإفتراضية للمجموعة نظرًا لإنخفاض الصادرات من المحصول. وبحساب صافي تجارة المياه الإفتراضية، يتضح أن الفرق بين صادرات وواردات مصر من المياه الإفتراضية لمجموعة محاصيل الحبوب والبقوليات فرقا موجبا، مما يحقق لمصر وفرا مائيا كبيرا بلغ مقداره نحو 43.7 مليار م^3 من المياه العذبة التي تستخدم في إنتاج تلك المجموعة من المحاصيل.

جدول رقم (2): مؤشرات المياه الإفتراضية لأهم الحاصلات الزراعية في مصر خلال عام 2021

Croup	Etc melemter	Cwr M^3/ fed	Production Thoutha nd	Yield Ton	Cwu thouthand	Vwc M^3/ ton	import thouthan d	Export Thoutha nd	VWL Melion	VWI Melion	VWE Melion
مجموعة الحبوب											
القمح	491	4910	9842	2.96	16331267	1659.3	11116	502	16331.3	18445.3	832.99
الشعير	456	4560	172	1.59	493593.5	2869.7	13	5	493.593	37.3065	14.349
الذرة	831	8310	7586	3.32	19005023	2505.3	8928	10	19005	22367.1	25.053
الأرز	1033	10330	4441	3.84	11949865	2690.8	83	4	11949.9	223.337	10.763
مجموعة البقوليات											
الفول	562	5620	170	1.42	670927	3946.6	669	35	670.927	2640.29	138.13
العدس	882	8820	1	1.02	8647.059	8647.1	135	19	8.64706	1167.35	164.29
مجموعة الزيوت											
الفول السوداني	714	7140	218	1.52	1024700	4700.5	3	77	1024.7	14.1014	361.94
السمسم	594	5940	61	0.58	626885.8	10277	55	40	626.886	565.225	411.07
دوار الشمس	770	7700	21	1.01	160895.5	7661.7	58	8	160.896	444.378	61.294
الزيتون	1082	10820	1057	4.51	2534177	2397.5	0	80	2534.18	0	191.8
فول الصويا	979	9790	36	1.28	276206.9	7672.4	4590	0	276.207	35216.4	0
مجموعة الخضر											
الطماطم	916	9160	7445	20.1	3395211	456.04	15	324	3395.21	6.84059	147.76
البصل	1006	10060	3583	14.9	2416693	674.49	1	612	2416.69	0.67449	412.79
البطاطس	849	8490	6274	12	4430363	706.15	130	733	4430.36	91.7991	517.61
الخيار	783	7830	760	10.1	590826.1	777.4	2	17	590.83	1.5548	13.22
فاصوليا	480	4800	179	4.07	210898.4	1178.2	0	46	210.9	0	54.2
البسلة	671	6710	224	4.52	332237	1483.2	3	12	332.24	4.4496	17.8
الثوم	958	9580	449	10.1	423994.1	944.31	8	27	423.994	7.55446	25.496
مجموعة الفاكهة											
البرتقال	1040	10400	3173	10.5	3140986	989.91	15	1638	3141	14.849	1621
التفاح	1348	13480	863	10.9	1066291	1235.6	182	3	1066.3	224.87	3.707
العنب	831	8310	1472	9.72	1259117	855.38	8	173	1259.1	6.843	148
الموز	1748	17480	1185	18.1	1145548	966.71	7	4	1145.5	6.767	3.867
البطيخ	648	6480	932	9.9	610036.4	654.55	0	8	610.04	0	5.236
المشمش	1264	12640	66	6.31	132146.4	2002.2	9	2	132.15	18.02	4.004
الشمام	602	6020	830	4	1249150	1505	0	4	1249.2	0	6.02
التمر	1458	14580	1191	12.1	1431556.5	1202	12	10	1431.6	14.42	12.02

المصدر: جمعت وحسبت من النشرة السنوية لإحصاء الري والموارد المائية، نشرة الإحصاءات الزراعية، نشرة الميزان الغذائي، 2012.

(ب) مجموعة محاصيل الزيوت:

كما توضح النتائج والبيانات الواردة بجدول (4) أن إجمالي كمية واردات مصر من المياه الإفتراضية لمجموعة محاصيل الزيوت موضع الدراسة خلال عام 2021، بلغت نحو 35.2 مليار م^3 سنويا، حيث جاءت واردات مصر من المياه الإفتراضية لمحصول فول الصويا في المرتبة الأولي بكمية مياه بلغت نحو 35.2 مليار م^3، تمثل نحو 100% من إجمالي واردات مصر من المياه الإفتراضية للمجموعة المختارة، وذلك يرجع لإعتماد مصر الكامل علي استيراد المحصول من الخارج. كما تبين أن إجمالي صادرات مصر من المياه الإفتراضية لتلك المجموعة بلغ نحو 1.03 مليار م^3 سنويا، حيث جاءت صادرات مصر من المياه الإفتراضية لمحصول السمسم في المرتبة الأولي بكمية بلغت نحو

411.1 مليون م^3، تمثل نحو 35.3% من إجمالي صادرات مصر من المياه الإفتراضية للمجموعة. ومن خلال حسابات قيم صافي تجارة المياه الإفتراضية، يتضح أن الفرق بين صادرات وواردات مصر من المياه الإفتراضية لمجموعة محاصيل الزيوت فرقا موجبا، مما يحقق لمصر وفرا مائيا كبيرا بلغ مقداره نحو 35.2 مليار م^3 من المياه العذبة التي تستخدم في إنتاج تلك المجموعة من المحاصيل.

جدول رقم (3): تجارة المياه الإفتراضية لمجموعة محاصيل الحبوب والبقوليات في مصر خلال عام 2021

البيان	مياه إفتراضية م^3/ طن	الصادرات ألف طن	الواردات ألف طن	كمية المياه الإفتراضية مليون م^3		ميزان المياه الإفتراضية
				صادرات	واردات	
القمح	1659.3	502	11116	832.97	18444.8	17611.8
الشعير	2869.7	5	13	14.349	37.3061	22.9576
الذرة	2505.3	10	8928	25.053	22367.3	22342.3
الأرز	2690.8	4	83	10.763	223.336	212.573
الفول	3946.6	35	669	138.13	2640.28	2502.14
العدس	8647.1	19	135	164.29	1167.36	1003.06
إجمالي	**22318.8**	**575**	**20944**	**1185.56**	**44880.38**	**43694.8**

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات الجدول رقم (2).

جدول رقم (4): تجارة المياه الإفتراضية لمجموعة محاصيل الزيوت في مصر خلال عام 2021

البيان	المياه الإفتراضية م^3/ طن	الصادرات ألف طن	الواردات ألف طن	المياه الإفتراضية مليون م^3		ميزان المياه الإفتراضية
				الصادرات	الواردات	
سوداني	4700.5	77	3	361.94	14.1	-347.8
سمسم	10277	40	55	411.08	565.2	154.16
دوار	7661.7	8	58	61.294	444.4	383.09
زيتون	2397.5	80	0	191.8	0	-191.8
صويا	7672.4	0	4590	0	35216	35216
إجمالي	**32709.1**	**205**	**4706**	**1026.1**	**36240**	**35214**

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات الجدول رقم (2).

(ج) مجموعة محاصيل الخضر:

توضح البيانات الواردة بجدول (5) أن إجمالي واردات مصر من المياه الإفتراضية لمجموعة محاصيل الخضر خلال عام 2021 بلغت نحو 112.9 مليون م^3 سنويا، حيث جاءت واردات مصر من المياه الإفتراضية لمحصول البطاطس في المرتبة الأولي بكمية بلغت نحو 91.8 مليون م^3، تمثل نحو 81.3% من إجمالي واردات مصر من المياه الإفتراضية للمجموعة المختارة، مع الأخذ في الإعتبار أن واردات الدولة من محصول البطاطس تستخدم في معظمها تقاوي تستخدم في زراعة المساحات المخصصة لتصدير البطاطس أو الإنتاج المحلي. كما تبين أن إجمالي صادرات مصر من المياه الإفتراضية لتلك المجموعة بلغ نحو 1.2 مليار م^3 سنويا، حيث جاءت صادرات مصر من المياه الإفتراضية لمحصول البطاطس في المرتبة الأولي بكمية بلغت نحو 517.6 مليون م^3، تمثل نحو 43.5% من إجمالي صادرات مصر من المياه الإفتراضية للمجموعة. ومن خلال حساب صافي تجارة المياه الإفتراضية، يتضح أن الفرق بين صادرات وواردات مصر من المياه الإفتراضية لمجموعة محاصيل الخضر فرقا سالبا، مما يؤكد أن مصر فقدت كمية من المياه بلغ مقدارها نحو 1.1 مليار م^3 من المياه العذبة التي تستخدم في إنتاج تلك المجموعة من المحاصيل، ويتبين من ذات الجدول أن غالبية مجموعة الخضر تتميز بإنخفاض محتواها من المياه الإفتراضية، والتي تتراوح بين 0.5 ألف م^3/ طن لمحصول الطماطم، وبين 1.5 ألف م^3/ طن لمحصول البسلة الخضراء، مما يؤكد صحة التوجه نحو التوسع في صادرات مجموعة الخضر.

(د) مجموعة محاصيل الفاكهة

توضح البيانات الواردة بجدول (6) أن إجمالي واردات مصر من المياه الإفتراضية لمجموعة محاصيل الفاكهة خلال عام 2021 بلغت نحو 286 مليون م^3 سنويا، حيث جاءت واردات مصر من المياه الإفتراضية لمحصول التفاح في المرتبة الأولي بكمية بلغت نحو 225 مليون م^3، تمثل نحو 78.7% من إجمالي واردات مصر من المياه الإفتراضية للمجموعة المختارة. كما تبين أن إجمالي صادرات مصر من المياه الإفتراضية لتلك المجموعة بلغ نحو 1.8 مليار م^3 سنويا، حيث جاءت صادرات مصر من المياه الإفتراضية لمحصول البرتقال في المرتبة الأولي بكمية بلغت نحو 1.6 مليار م^3، تمثل نحو 89.9% من إجمالي صادرات مصر من المياه الإفتراضية للمجموعة، نظرا لزيادة الصادرات الزراعية من تلك المجموعة. وبحساب صافي تجارة المياه الإفتراضية، والمعبر عنها بالفرق بين كمية المياه الإفتراضية المستوردة مطروحا منها كمية المياه الإفتراضية المصدرة، يتضح أن الفرق بين صادرات وواردات مصر من المياه الإفتراضية لمجموعة محاصيل الفاكهة فرقا سالبا، مما يؤكد أن مصر فقدت كمية من المياه بلغ مقدارها نحو 1.52 مليار م^3 من المياه العذبة التي تستخدم في إنتاج تلك المجموعة من المحاصيل، ويرجع ذلك إلي زيادة صادرات مصر من الفاكهة. وتبين من ذات الجدول السابق الإشارة إليه آنفا أن غالبية مجموعة محاصيل الفاكهة تتميز بإنخفاض محتواها من المياه الإفتراضية، والتي تتراوح ما بين 0.65 ألف م^3/ طن لمحصول البطيخ، وبين 2 ألف م^3/ طن لمحصول المشمش، مما يؤكد صحة التوجه نحو التوسع في صادرات مجموعة الفاكهة.

جدول رقم (5): تجارة المياه الإفتراضية لمجموعة محاصيل الخضر في مصر خلال عام 2021

البيان	المياه الإفتراضية م^3/ طن	الصادرات ألف طن	الواردات ألف طن	المياه الإفتراضية مليون م^3		ميزان المياه الإفتراضية
				الصادرات	الواردات	
طماطم	456.04	324	15	147.76	6.841	-140.9
بصل	674.49	612	1	412.79	0.674	-412.1
بطاطس	706.15	733	130	517.61	91.8	-425.8
خيار	777.4	17	2	13.216	1.555	-11.66
فاصوليا	1178.2	46	0	54.197	0	-54.20
بسلة	1483.2	12	3	17.798	4.450	-13.35
الثوم	944.3	8	27	25.4963	7.5545	-17.94
إجمالي	**6219.78**	**1752**	**178**	**1188.9**	**112.875**	**-1075.91**

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات الجدول رقم (2).

جدول رقم (6): تجارة المياه الإفتراضية لمحاصيل الفاكهة في مصر خلال عام 2021

البيان	المياه الإفتراضية م^3/ طن	الصادرات ألف طن	الواردات ألف طن	المياه الإفتراضية مليون م^3		ميزان المياه الإفتراضية
				الصادرات	الواردات	
برتقال	989.91	1638	15	1621	14.8	-1606.2
تفاح	1235.6	3	182	3.707	225	221.2
عنب	855.38	173	8	148	6.84	-141.1
موز	966.71	4	7	3.867	6.77	2.90
بطيخ	654.55	8	0	5.236	0	-5.236
مشمش	2002.2	2	9	4.004	18	14.02
شمام	1505	4	0	6.02	0	-6.02
تمر	1202	10	12	12.02	14.4	2.38
إجمالي	**9411.35**	**1842**	**233**	**1804**	**286**	**-1519**

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات الجدول رقم (2).

(6) تقدير ميزان المياه الإفتراضية الإجمالية:

توضح بيانات جدول (7) أن إجمالي واردات مصر من المياه الإفتراضية لمجموعة محاصيل الدراسة خلال عام 2021 بلغت نحو 82.6 مليار م^3، حيث جاءت واردات مجموعة محاصيل الحبوب من المياه الإفتراضية في المرتبة الأولي بكمية بلغت نحو 44.9 مليار م^3، تمثل نحو 54.4% من إجمالي واردات مصر من المياه الإفتراضية، يليها في المرتبة الثانية مجموعة محاصيل الزيوت بكمية بلغت نحو 36.2 مليار م^3، تمثل نحو 43.9% من إجمالي واردات مصر من المياه الإفتراضية، وتأتي مجموعة محاصيل الخضر، ومجموعة محاصيل الفاكهة في المرتبة الثالثة والرابعة بكميات بلغت نحو 1.16 مليار م^3، 286 مليون م^3، تمثلان نحو 1.4%، 0.35% علي الترتيب من إجمالي واردات مصر من المياه الإفتراضية. كما توضح بيانات ذات الجدول أن إجمالي صادرات مصر من المياه الإفتراضية لمجموعة محاصيل الدراسة خلال نفس العام بلغت نحو 4.12 مليار م^3، حيث جاءت صادرات مجموعة محاصيل الفاكهة من المياه الإفتراضية في المرتبة الأولي بكمية بلغت نحو 1.8 مليار م^3، تمثل نحو 43.8% من إجمالي صادرات مصر من المياه الإفتراضية، يليها في المرتبة الثانية مجموعة محاصيل الحبوب بكمية بلغت نحو 1.19 مليار م^3، تمثل نحو 28.8% من إجمالي صادرات مصر من المياه الإفتراضية، وتأتي مجموعة محاصيل الزيوت، ومجموعة محاصيل الخضر في المرتبتين الثالثة والرابعة بكميات بلغت نحو 1.03 مليار م^3، 105.3 مليون م^3، تمثلان نحو 24.9%، 2.6% علي الترتيب من إجمالي صادرات مصر من المياه الإفتراضية. وتوضح بيانات ونتائج ذات الجدول مدي إعتماد مصر علي الموارد المائية الخارجية في تلبية إحتياجاتها من المحاصيل الغذائية والزراعية موضع الدراسة إذا بلغ صافي ميزان المياه الإفتراضية الإجمالية لصالح مصر بحوالي 76.3 مليار م^3 خلال سنة الدراسة. ومن هنا يتضح أن مصر هي دولة مستوردة للمياه الإفتراضية، وليست دولة مصدرة بالنسبة إلي المنتجات الزراعية وذلك نتيجة زيادة الواردات الزراعية، وذلك بناءا علي قيم ونتائج ميزان المياه الإفتراضية لمجموعة المحاصيل موضع الدراسة خلال عام 2021، مع ملاحظة أن ما تم حسابه هو كمية المياه الإفتراضية المتضمنة في المنتجات والسلع الزراعية الخاصة بأهم محاصيل التركيب المحصولي فقط، ولم يشتمل التحليل علي باقي محاصيل ذلك التركيب، كما لم يشمل المنتجات الحيوانية والصناعية، وذلك لإعطاء صورة مبدئية عن الميزان المائي الحقيقي لو أخذت المياه المتضمنة في المنتجات في الحسبان عند حساب الميزان المائي السنوي، وعموما يكون هذا الميزان دائما في صالح الدول التي يكون الميزان التجاري الزراعي لها في حالة عجز نتيجة زيادة كمية الواردات عن كمية الصادرات، مع مراعاة إختلاف كمية المياه الإفتراضية المتضمنة لكل محصول علي حدة.

جدول رقم (7): إجمالي ميزان المياه الإفتراضية لمجموعة المحاصيل الزراعية موضع الدراسة في القطاع الزراعي المصري خلال عام 2021

البيان	المياه الإفتراضية م^3/ طن	الصادرات ألف طن	الواردات ألف طن	المياه الإفتراضية مليون م^3		ميزان المياه الإفتراضية
				الصادرات	الواردات	
الحبوب	22318.8	575	20944	1186	44880	43694.8
الزيوت	32709.1	205	4706	1026.1	36240	35214
الخضر	5275.48	151	1744	105.32	1163.36	-1058
الفاكهة	9411.35	1842	233	1804	286	-1519
الإجمالي	**69714.7**	**2773**	**27627**	**4121.42**	**82569.4**	**76331.8**

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات الجدول رقم (2).

(7) البصمة المائية:

يعتبر مفهوم البصمة المائية هو الاستخدام الثاني لمفهوم المياه الإفتراضية، ويكمن في حقيقة أن محتوي المياه الإفتراضية لمنتج ما، يعكس الأثر البيئي لاستهلاك هذا المنتج. وبمعني آخر فإن معرفة محتوي المياه الإفتراضية لمنتج ما، يعطي فكرة عن حجم المياه اللازمة لإنتاج مختلف السلع والمنتجات والخدمات، ومن ثم معرفة أيها يكون له تأثير كبير علي النظام المائي، وكيف يمكن تحقيق وفر مائي من خلال ذلك، والمفهوم الذي يعكس ذلك هو ما يُعرف بالبصمة المائية **(بكدي، 2020)**. وقد عرفها *Arjen Hoekstra* بأنها الحجم الكلي للمياه العذبة التي تستخدم في إنتاج السلع والخدمات والمنتجات التي يستهلكها الفرد أو المجتمع،**(Hoekstra، 2003)** ويندرج تحت هذا المسمي كل

مياه استخدمت في إنتاج السلعة سواءا كان بصورة مباشرة أو غير مباشرة، من لحظة البدء بإنتاج وتحضير المواد الخام المكونة للمنتج، حتى وصوله إلى المستهلك جاهزاً.

(أ) طريقة تقدير البصمة المائية:

تعتبر البصمة المائية مؤشر يحدد أثر الاستهلاك البشري علي موارد المياه العذبة. وتشير إلي جميع أشكال استخدامها التي تساهم في إنتاج السلع والخدمات التي يستهلكها سكان منطقة جغرافية معينة. وبالتالي فهي تعتبر أحد أهم الوسائل التي تدفع المستهلكين لهذا المورد الحيوي لإعادة النظر والتدقيق في مفهوم وفكرة الترشيد من كافة الجوانب والأبعاد، للحفاظ عليه، وذلك من خلال معرفة المحتوي المائي الإفتراضي المكون لمختلف السلع والخدمات والمنتجات التي يستهلكها ويستخدمها البشر **(تاج الدين، بدون سنة نشر)** وهي تتكون من شقين:

(ب) البصمة المائية الداخلية:

وقد تمت الإشارة إلي أحد مفاهيم ومكونات البصمة المائية ألا وهو مفهوم البصمة المائية الداخلية *Water Footprint Internal* علي أنه الاستخدام السنوي للموارد المائية المحلية، في إنتاج السلع والخدمات المستهلكة بواسطة سكان الدولة موضع الإعتبار، وتقدر بحساب كمية المياه الإفتراضية المستخدمة في الأغراض المحلية بواسطة الاقتصاد القومي *WU*، مطروحا منها كمية المياه الإفتراضية المصدرة من خلال كافة المنتجات والسلع المختلفة إلي الدول الأخري *VED*.

$$IWF = WU - VED$$

(ج) البصمة المائية الخارجية:

كما تم تحديد مفهوم وتعريف البصمة المائية الخارجية *External Water Footprint* علي أنها ذلك المقدار السنوي للموارد المائية المحلية، المستخدمة في إنتاج السلع والخدمات في دولة أخري، ثم تستهلك بواسطة سكان الدولة موضع الإعتبار، ويمكن تقديرها من خلال الفرق بين كمية المياه الإفتراضية المستوردة *VWI* ، مطروحا منها كمية المياه الإفتراضية المعاد تصديرها إلي المناطق الأجنبية *VWR*

شكل رقم (1): يوضح العلاقة بين المياه الإفتراضية والبصمة المائي

$$EWF = VWI - VWR$$

(د) البصمة المائية الإجمالية:

تعرف إجمالي البصمة المائية الكلية *Total Water Footprint* بأنها عبارة عن البصمة المائية الداخلية مضافا إليها إجمالي البصمة المائية الخارجية. أو هي عبارة عن إجمالي ميزان المياه الإفتراضية *VWB* مطروحا منه إجمالي المياه الإفتراضية المصدرة **(الشتلة ورمضان 2022)**.

$$TWF = VWB - VWE$$

حيث أن:

TWF: إجمالي البصمة المائية الكلية.
VWB: إجمالي ميزان المياه الإفتراضية.
VWE : إجمالي المياه الإفتراضية المصدرة.

(هـ) العلاقة بين المياه الإفتراضية والبصمة المائية:

يمكن توضيح وتبسيط العلاقة الرياضية بين كمية المياه الإفتراضية والبصمة المائية الداخلية والخارجية بالإضافة إلي البصمة الكلية للمياه الخاصة بالدولة، وذلك من خلال مخطط (1)، والذي يتضح منه أن إجمالي كمية المياه الإفتراضية المصدرة *VWE* تتكون من إجمالي كمية المياه الإفتراضية المعاد تصديرها من المناطق الأجنبية *VWR* ، وكمية المياه الإفتراضية المصدرة من المناطق المحلية *VWD*.

$$VWE = VWR + VWD$$

كما أن إجمالي كمية المياه الإفتراضية المستوردة *VWI* تتكون من إجمالي كمية المياه الإفتراضية المعاد تصديرها من المناطق الأجنبية *VWR* ، والبصمة المائية الخارجية *EWV*.

$$VWI = VWR + EWF$$

ومجموع كمية المياه الإفتراضية المستوردة VWI، وإجمالي كمية الموارد المائية المحلية المستخدمة *VWU* تعادل مجموع إجمالي كمية المياه الإفتراضية المصدرة *VWE*، بالإضافة إلي إجمالي البصمة المائية *TWF*، ليعطيا ما يطلق عليه ميزان المياه الإفتراضية *VWB*.

$$VWB = VWI + VWU = VWE + TWF$$

حيث أن:

VWR: المياه الإفتراضية المعاد تصديرها من المناطق الأجنبية.
VWD: المياه الإفتراضية المصدرة من المناطق المحلية
VWE: المياه الإفتراضية المصدرة.
IWF: البصمة المائية الداخلية.
VWI: المياه الإفتراضية المستوردة.
EWF: البصمة المائية الخارجية.
TWF: إجمالي البصمة المائية.
WU: الموارد المائية المحلية المستخدمة.
VWB: ميزان المياه الإفتراضية.

المصدر: (حسانين، 2014).

(8) البصمة المائية لمحصول الأرز:

يعتبر محصول الأرز من أهم سلع الحبوب الإستراتيجية التي تحتل مكانة إقتصادية هامة في الزراعة المصرية، كما يظن الكثير من الناس أنه يعتبر أكثرها استهلاكا للمياه وهو اعتقاد راسخ لدي العقل الجمعي المصري، وهو من السلع الزراعية الغذائية التي تخضع لظاهرة الاستهلاك الذاتي *Auto Consumption* نظرا لقيام المنتجين الزراعيين، بإحتجاز جزءا كبيرا منه بغرض الاستهلاك الشخصي كنوع من الأمان المعيشي، وفي هذا الجزء سوف يتم تقدير البصمة المائية للمحصول. وتوضح البيانات الواردة بجدول (8) حساب البصمة المائية لمحصول الأرز في مصر، وفق معطيات التسلسل الزمني لها خلال الفترة الزمنية (2007- 2021)، وقد تبين من الجدول أنه من خلال تقدير كمية المياه المستخدمة في الإنتاج المحلي، وكمية المياه المكتسبة من الواردات، ونظيرتها المفقودة نتيجة الصادرات، فقد تراوحت كمية المياه المحلية المستخدمة في إنتاج الأرز بين حدين أدني ويبلغ نحو 6.2 مليار م^3 عام 2011، وحد أقصي بلغ نحو 10.8 مليار م^3 عام 2008، بمتوسط للفترة بلغ نحو 8.4 مليار م^3. ونظرا لضخامة الكميات المصدرة من الأرز في بداية الفترة، وإنقطاع التصدير في نهاية الفترة، فقد تراوحت كمية المياه الإفتراضية المصدرة ما بين عدم تصديرها خلال عامي (2018-2019)، وحد أقصي ويبلغ نحو 2.74 مليار م^3 عام 2007، ومتوسط كمية مياه خارجة مع الكميات التي تم تصديرها خلال فترة الدراسة تبلغ حوالي 586 مليون م^3. في حين تراوحت البصمة المائية الداخلية بين حدين أدني ويبلغ نحو 5.54 مليار م^3 عام 2010، وحد أقصي وبلغ نحو 10.5 مليار م^3 عام 2008، ومتوسط كمية مياه داخلة مع الكميات التي تم استيرادها خلال فترة الدراسة تبلغ حوالي 7.8 مليار م^3. وفي ضوء كمية الواردات المصرية من محصول الأرز ومتوسط الإحتياجات المائية للطن، فقد تراوحت كمية المياه الإفتراضية المستوردة مع المحصول بين حدين أدني ويبلغ نحو 37 مليون م^3 عام 2009، وحد أقصي ويبلغ نحو 1.8 مليار م^3 عام 2019، ومتوسط كمية مياه إفتراضية مستوردة بلغت نحو 224 مليون م^3. في حين تراوحت البصمة المائية الخارجية بين حدين أدني ويبلغ نحو -2.48 مليار م3 عام 2007، وحد أقصي ويبلغ نحو 1.78 مليار م^3 عام 2019، ومتوسط للبصمة المائية الخارجية بلغ نحو -361 مليون م^3. مما سبق يتضح أن إجمالي البصمة المائية الكلية لمحصول الأرز المصري تتراوح قيمتها بين حدين أدني ويبلغ نحو 4.3 مليار م^3 عام 2010، وحد أقصي ويبلغ نحو 10.8 مليار م^3 عام 2019، ومتوسط بلغ نحو 7.44 مليار م^3. وبدراسة مؤشرات البصمة المائية الكلية لمحصول الأرز خلال نفس الفترة تبين من النتائج أن نسبة الإعتماد علي الواردات المائية الخارجية تكاد تكون منعدمة نتيجة زيادة الصادرات عن الواردات، عدا أعوام 2011، 2018، 2019، 2020، 2021 والذي تم فيهما الإعتماد علي الواردات دون الصادرات، بينما كان الإعتماد الكلي في زراعة محصول الأرز علي الموارد المائية المحلية.

جدول رقم (8): البصمة المائية لمحصول الأرز في مصر وفق معطيات التسلسل الزمني لها خلال الفترة (2007-2021)

السنة	المقنن المائي	الإنتاجية	الاحتياجات المائية للطن	الإنتاج	صادرات	واردات	البصمة المائية الداخلية مليون م^3			المياه المستوردة	البصمة الخارجية	البصمة الكلية	مؤشرات البصمة %	
							المياه المحلية	المياه المصدرة	البصمة الداخلية				الاعتماد علي الماء الخارجي	الاعتماد علي الماء الداخلي
	م^3/ فدان	طن/ فدان	م^3/ طن	ألف طن	ألف طن	ألف طن	مليون م^3	مليون م^3	مليون م^3	مليون م^3	مليون م^3	مليون م^3		
2007	6312	4.11	1536	6868	1787	172	10548	2744	7803	264	-2480	5323	-46.6	146.6
2008	6124	4.09	1497	7241	261	31	10843	391	10452	46.4	-344	10107	-3.41	103.4
2009	6216	4.03	1542	5518	836	24	8511	1290	7222	37	-1252	5969	-21	121
2010	6212	3.96	1569	4327.1	795	25	6788	1247	5541	39.2	-1208	4333	-27.9	127.9
2011	4373	4.02	1088	5665.4	60	137	6163	65.3	6098	149	83.76	6181	1.355	98.64
2012	5897	4.01	1470	5897	225	35	8671	331	8341	51.5	-279	8061	-3.47	103.5
2013	6501	4.07	1597	5717	529	24	9132	845	8287	38.3	-807	7480	-10.8	110.8
2014	6650	4.00	1663	5460.8	120	14	9079	200	8879	23.3	-176	8703	-2.02	102
2015	5301	3.96	1339	4818	252	46	6450	337	6112	61.6	-276	5836	-4.72	104.7
2016	5501	3.92	1403	5308	100	79	7449	140	7308	111	-29.5	7279	-0.4	100.4
2017	6459	3.79	1704	4958	698	36	8450	1190	7260	61.4	-1128	6132	-18.4	118.4
2018	6570	3.64	1805	4961	0	210	8954	0	8954	379	379	9333	4.061	95.94
2019	6630	3.64	1821	4965	0	976	9043	0	9043	1778	1778	10821	16.43	83.57
2020	6294	3.74	1684	4804	0	109	8091	0	8091	184	183.6	8275	2.219	97.78
2021	6566	3.84	1710	4441	4	83	7596	6.84	7589	142	135.1	7724	1.749	98.25
المتوسط	6107	3.92	1562	5396.6	378	133	8384	586	7799	224	-361	7437	-7.52	107.5

المصدر: جمعت وحسبت من النشرة السنوية لإحصاء الري والموارد المائية. نشرة الإحصاءات الزراعية. نشرة الميزان الغذائي.

تقدير المخزون الإستراتيجي ومعامل الأمن الغذائي لمحصول الأرز:

لابد من التنويه علي أن حساب معامل الأمن الغذائي مرتبط إرتباط وثيق بالمخزون الإستراتيجي ولا يكاد ينفك عنه، والخطوات التالية توضح طريقة تقدير هما معا كما يلي:

$$CLD = TC \div YD(365\ DAY) \quad (1)$$

حيث أن:

CLD: الاستهلاك المحلي اليومي.

TC: الاستهلاك الكلي.

YD: عدد أيام السنة (365 يوم).

$$App = TP \div CLD \quad (2)$$

حيث أن:

App: فترة كفاية الإنتاج.

TP: الإنتاج الكلي.

CLD: الاستهلاك المحلي اليومي.

$$ICP = TI \div CLD \quad (3)$$

حيث أن:

ICP: فترة تغطية الواردات.

TI: إجمالي الواردات.

CLD: الاستهلاك المحلي اليومي.

$$CIS = \{(SAPICP - 365) \times CLD\} - E \quad (4)$$

حيث أن:

CIS: التغير في المخزون الإستراتيجي.

$SAPICP$: مجموع طول فترتي كفاية الإنتاج وتغطية الواردات.

وقد تم تقدير المخزون الإستراتيجي لمحصول الأرز، من خلال حساب مقدار الفائض والعجز المخصص للاستهلاك المحلي خلال الفترة (2007- 2021)، جدول (9)، تذبذب فترة كفاية الإنتاج للاستهلاك المحلي من الأرز ما بين حدين أدني ويبلغ نحو303.32 يوم عام 2009، و حد أقصي ويبلغ نحو 691.5 يوم عام 2019. كما تذبذبت أيضاً فترة تغطية الواردات للاستهلاك القومي المحلي من المحصول ما بين حدين أدني ويبلغ نحو 1.32 يوم عام 2009، وحد أقصي ويبلغ نحو 135.93 يوم عام 2019. وقد تجمع فائض *Surplus* من محصول الأرز عن الاستهلاك المحلي خلال أعوام (2007- 2008- 2011- 2016- 2018- 2019- 2020- 2021)، إذ قدر متوسط إجمالي الفائض بنحو 562.98 ألف طن، يكفي للاستهلاك ما يقرب من 55.98 يوما، حيث يوجه هذا الفائض لتنمية المخزون الإستراتيجي، ليتم سحبه في السنوات التي يظهر فيها عجز من محصول الأرز المخصص للاستهلاك المحلي.

في حين حدث عجز *Deficit* في الأرز المخصص للاستهلاك المحلي خلال السنوات الأخري (2009- 2010- 2012- 2013- 2014- 2015- 2017) إذ قدر متوسط إجمالي العجز بنحو

CLD: الاستهلاك المحلي اليومي.

E: كمية الصادرات.

$$SS = SU - D \quad (5)$$

حيث أن:

SS: المخزون الإستراتيجي.

SU: مجموع محصلة الفائض.

D: مجموع محصلة العجز.

$$SCF = SS \div CLY \quad (6)$$

حيث أن:

SCF: معامل الأمن الغذائي.

SS: المخزون الإستراتيجي.

CLY: متوسط الاستهلاك المحلي السنوي. (الشتلة ورمضان 2022)

$$SE\ 95\% = \pm 1.96 * \sqrt{\frac{P(1-P)}{N}} \quad (7)$$

$$PC\ 95\% = P \pm 1.96 * \sqrt{\frac{P(1-P)}{N}} \quad (8)$$

حيث أن:

SE 95%: الخطأ المعياري للإحتمال عند درجة ثقة 95%.

PC 95%: احتمال المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي عند درجة ثقة 95%.

P: تمثل إحتمال المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي.

P -1: تمثل إحتمال عدم المساهمة.

N: تمثل طول السلسلة الزمنية.

398.3 ألف طن، بفترة عجز قدرت بنحو 38.25 يوما، ويتم تغطية هذا العجز من خلال السحب من المخزون الإستراتيجي والاستيراد من الخارج. ووفقاً لمفهوم المخزون الإستراتيجي بإعتباره محصلة مجموع كل من الفائض والعجز خلال فترة الدراسة، فقد قدر المخزون الإستراتيجي للأرز في مصر بنحو 2.47 مليون طن، وفي ضوء متوسط الاستهلاك المحلي السنوي للمحصول والبالغ نحو 4.54 مليون طن، قدر معامل الأمن الغذائي لمحصول الأرز بنحو 0.5437 خلال الفترة المشار إليها.

(9) مساهمة الإنتاج المحلي والواردات والاستثمار الزراعي في الخارج لتحقيق الأمن الغذائي لمحصول الأرز:

بدراسة الأهمية النسبية للإنتاج المحلي والواردات والاستثمار الزراعي المصري في الخارج لتحقيق الأمن الغذائي لمحصول الأرز، يتضح من النتائج الواردة بجدول (10)، أنه في ظل عدم وجود الاستثمار الزراعي المصري في الخارج خلال الفترة (2007- 2021)، إعتمد الأمن الغذائي للمحصول علي كل من الإنتاج المحلي والواردات، وفي ضوء معامل الأمن الغذائي البالغ نحو 0.5437، تراوحت الأهمية النسبية لمساهمة الإنتاج المحلي في تحقيق الأمن الغذائي النسبي للأرز بين حدين أدني ويبلغ قيمة

دنيا سالبة بلغت نحو 9.9%، وأقصي ويبلغ نحو 10.96% عند درجة ثقة 95%. وتراوحت الأهمية النسبية لمساهمة الواردات في تحقيق الأمن الغذائي النسبي للمحصول بين حدين أدني ويبلغ قيمة دنيا سالبة بلغت نحو 1.91%، وأقصي ويبلغ نحو 1.95% عند نفس درجة الثقة، مما يوضح أن الأمن الغذائي للأرز في مصر لا يعتمد أساساً علي الواردات، إذ أن الواردات تكاد تكون معدومة.

أما في ظل وجود الاستثمار الزراعي في الخارج، يعتمد الأمن الغذائي لمحصول الأرز علي الإنتاج المحلي والواردات والاستثمار الزراعي في الخارج. وبدراسة الأهمية النسبية للإنتاج المحلي في تحقيق مستويات مختلفة من الأمن الغذائي النسبي لمحصول الأرز، ويتضح من النتائج الواردة بجدول (11) أنه في ظل تحقيق مستوي 0.5 لمعامل الأمن الغذائي للمحصول، تتراوح الأهمية النسبية لمساهمة الإنتاج المحلي في تحقيق الأمن الغذائي النسبي بين حدين أدني ويبلغ نحو -2.055%، وأقصي ويبلغ نحو 3.107% عند درجة ثقة 95%.

أما في ظل تحقيق المستوي الكامل لمعامل الأمن الغذائي، أي يبلغ معامل الأمن الغذائي الواحد الصحيح فتتراوح الأهمية النسبية لمساهمة الإنتاج المحلي في تحقيق الأمن الغذائي النسبي للأرز بين حدين أدني ويبلغ نحو -3.134%، وأقصي ويبلغ نحو 4.186% عند نفس درجة الثقة. وفيما يتعلق بدراسة الأهمية النسبية للواردات في تحقيق مستويات مختلفة من الأمن الغذائي النسبي لمحصول الأرز، يتضح من النتائج الواردة بجدول (12) أنه في ظل تحقيق مستوي 0.5 لمعامل الأمن الغذائي للمحصول، تتراوح الأهمية النسبية لمساهمة الواردات في تحقيق الأمن الغذائي النسبي بين حدين أدني ويبلغ نحو – 2.055%، وأقصي ويبلغ نحو 3.107% عند درجة ثقة 95%. أما في ظل تحقيق المستوي الكامل لمعامل الأمن الغذائي (أي يبلغ معامل الأمن الغذائي الواحد الصحيح تماما) فتتراوح الأهمية النسبية لمساهمة الواردات في تحقيق الأمن الغذائي النسبي لمحصول الأرز بين حدين أدني ويبلغ نحو – 3.134%، وأقصي ويبلغ نحو 4.186% عند نفس درجة الثقة. وأخيرا وفيما يتعلق بالأهمية النسبية للاستثمار الزراعي المصري في الخارج لتحقيق مستويات مختلفة من الأمن الغذائي النسبي لمحصول الأرز، يتضح من البيانات والنتائج الواردة بجدول (13) أنه في ظل تحقيق مستوي 0.8 لمعامل الأمن الغذائي المصري للمحصول، تتراوح الأهمية النسبية لمساهمة الاستثمار الزراعي المصري في الخارج في تحقيق الأمن الغذائي النسبي بين حدين أدني ويبلغ نحو 0.44%، وأقصي ويبلغ نحو 33.57% عند درجة ثقة 95%.

جدول رقم (9): التغير في المخزون الإستراتيجي ومعامل الأمن الغذائي لمحصول الأرز في مصر خلال الفترة (2007- 2021)

السنة	الاستهلاك السنوي ألف طن	الاستهلاك اليومي ألف طن	كمية الواردات ألف طن	كمية الصادرات ألف طن	فترتي كفاية الإنتاج وتغطية الواردات للاستهلاك باليوم			مقدار التغير في المخزون الإستراتيجي بالألف طن	
					فترة كفاية الإنتاج	فترة تغطية الواردات	مجموع الفترتين	الفائض	العجز
2007	3650	10	172	1787	687.68	17.2	704.88	1611.8	0
2008	4781.5	13.1	31	261	553.69	2.3664	556.061	2241.9	0
2009	6643	18.2	24	836	303.32	1.3187	304.643	0	1934.5
2010	5000.5	13.7	25	795	315.85	1.8248	317.672	0	1443.4
2011	4380	12	60	137	472.12	5	477.117	1362.4	0
2012	5548	15.2	35	225	361.85	2.3026	364.151	0	237.9
2013	5438.5	14.9	24	529	363.71	1.6107	365.322	0	524.2
2014	5694	15.6	45	568	350.05	2.8846	352.936	0	339.2
2015	5329	14.6	46	252	330	3.1507	333.151	0	717
2016	4818	13.2	79	100	402.12	5.9848	408.106	469	0
2017	5073.5	13.9	36	698	356.69	2.5899	359.281	0	777.5
2018	3273.7	8.969	210	0	553.13	23.414	576.541	1897.3	0
2019	2620.7	7.18	976	0	691.5	135.93	827.437	3320.3	0
2020	2977.9	8.159	109	0	588.798	13.359	602.157	1935	0
2021	2939.4	8.053	83	4	551.472	10.307	561.778	1580.7	0
المجموع	68168	186.76	2001	5667	6881.99	233.68	7115.66	13056	6523.7
متوسط	4544.5	12.451	133.4	377.8	458.799	15.578	474.377	870.4	434.91
المخزون الإستراتيجي					**2470.935**				
معامل الأمن الغذائي					**0.5437184**				

المصدر: جمعت وحسبت من وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى، قطاع الشئون الاقتصادية، نشرة الميزان الغذائي أعداد متفرقة.

جدول رقم (10): مساهمة الإنتاج المحلي والواردات في تحقيق الأمن الغذائي النسبي للأرز بدون الاستثمار الزراعي المصري في الخارج وفق معطيات التسلسل الزمني خلال الفترة (2007- 2021)

البيان	المخزون الإستراتيجي بالألف طن	معامل الأمن الغذائي	الإنتاج المحلي	الواردات
2007 -2021	2470.935	0.543718	0.5259	0.0179
إحتمال المساهمة في تحقيق الامن الغذائي			0.00526	0.00018
إحتمال عدم المساهمة في تحقيق الامن الغذائي			0.53846	0.54354
الخطا المعياري لإحتمال المساهمة في تحقيق الامن الغذائي (إفتراضي)			0.050	0.050
الخطا المعياري عند درجة ثقة 95 % (توزيع برنيولي)			0.1043	0.01931
إحتمال المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي عند درجة ثقة 95 %			0.00526 ± 0.1043	0.00018 ± 0.0193
نسبة المساهمة في تحقيق الامن الغذائي عند درجة ثقة 95 %				
الحد الأقصي			10.955	1.949
الحد الأدني			-9.904	-1.913

المصدر: جمعت وحسبت من النتائج الواردة بالجدول رقم (9).

جدول رقم (11): مساهمة الإنتاج المحلي في ظل وجود الواردات الاستثمار الزراعي المصري في الخارج لتحقيق الأمن الغذائي النسبي للأرز وفق معطيات التسلسل الزمني خلال الفترة (2007- 2021)

البيان	الاستثمار الزراعي الخارجي لتحقيق مستويات مختلفة من الأمن الغذائي		
سيناريوهات إفتراضية لمعامل الأمن الغذائي	0.5	0.8	1
إحتمال المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي	0.0053	0.0053	0.00526
إحتمال عدم المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي	0.4947	0.7947	0.99474
الخطأ المعياري لإحتمال المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي	0.0132	0.0167	0.01867
الخطأ المعياري عند درجة ثقة 95 % (توزيع برنيولي)	0.0258	0.0327	0.0366
إحتمال المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي عند درجة ثقة 95 %	0.005259 ± 0.0258	0.005259 ± 0.0327	0.005259 ± 0.0366
نسبة المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي عند درجة ثقة 95 %	3.1071	3.7975	4.18604
	-2.0554	-2.7457	-3.1343

المصدر: جمعت وحسبت من النتائج الواردة بالجدول رقم (9).

جدول رقم (12): مساهمة الواردات في ظل وجود الإنتاج المحلي والاستثمار الزراعي المصري في الخارج لتحقيق الأمن الغذائي النسبي للأرز وفق معطيات التسلسل الزمني خلال الفترة (2007- 2021)

البيان	الواردات لتحقيق مستويات مختلفة من الأمن الغذائي		
سيناريوهات إفتراضية لمعامل الأمن الغذائي	0.5	0.8	1
إحتمال المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي	0.00526	0.00526	0.00526
إحتمال عدم المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي	0.49474	0.79474	0.99474
الخطأ المعياري لإحتمال المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي	0.01317	0.01669	0.01867
الخطأ المعياري عند درجة ثقة 95 % (توزيع برنيولي)	0.02581	0.03272	0.0366
إحتمال المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي عند درجة ثقة 95 %	0.00526 ± 0.02581	0.00526 ± 0.03272	0.00526 ± 0.0366
نسبة المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي عند درجة ثقة 95 %	3.1071	3.7975	4.18604
	-2.0554	-2.7457	-3.1343

المصدر: جمعت وحسبت من النتائج الواردة بالجدول رقم (9).

أما في ظل تحقيق المستوي الكامل لمعامل الأمن الغذائي (أي يبلغ معامل الأمن الغذائي تماما قيمة الواحد الصحيح) فتتراوح الأهمية النسبية لمساهمة الاستثمار الزراعي المصري في الخارج في تحقيق الأمن الغذائي النسبي لمحصول الأرز المصري ما بين حدين أدني ويبلغ نحو 12.57%، وأقصي ويبلغ نحو 61.44% عند نفس درجة الثقة.

(10) تقدير كمية وقيمة المياه الإفتراضية المكتسبة من التجارة الخارجية لمحصول الأرز:

مما سبق يتضح أن المخزون الإستراتيجي لمحصول الأرز في مصر بلغ نحو 2.27 مليون طن، وأن متوسط الاستهلاك السنوي المحلي للمحصول بلغ نحو 4.54 مليون طن، ومن ثم بلغ معامل الأمن الغذائي نحو 0.5437 أي أقل من الواحد الصحيح، وذلك كمتوسط للفترة (2007- 2021)، وبلغ متوسط كمية المياه

الإفتراضية للطن والتي تم حسابها في باب المياه الإفتراضية نحو 2.87 ألف م^3/ طن. وهنا سوف نعتمد علي تقدير كمية المياه الإفتراضية الإجمالية للطن من المحصول والتي قدرت سابقا، ولن يتم الإعتماد علي المقننات المائية فقط كما في معظم الدراسات، للتعرف علي إجمالي كمية المياه التي أستخدمت في التعامل مع المحصول، ولذا ربما يتجاوز الناتج إجمالي موارد المياه الخاصة بالدولة. وقد تم تقدير كمية المياه الإفتراضية المكتسبة من عملية التجارة الخارجية من خلال تقدير حجم المخزون الإستراتيجي اللازم لتحقيق مستويات مختلفة من الأمن الغذائي النسبي للأرز، وفي ضوء الحد الأدني والأقصي لنسبة مساهمة الواردات والاستثمار الزراعي المصري في الخارج لتحقيق الأمن الغذائي عند درجة ثقة 95%، تم تقدير الحد الأدني والأقصي لكل من كمية الأرز المستوردة ونظيرتها من الاستثمار الزراعي المصري في الخارج. ويتضح من النتائج الواردة بجدول (14) أن كمية الأرز المستوردة لتحقيق المستوي الكامل للأمن الغذائي كحد أقصي تبلغ نحو 17.6 مليون طن عند درجة ثقة 95%. وفي ضوء متوسط كمية المياه الإفتراضية للوحدة المنتجة والبالغة نحو 2869.7 م^3/ طن، فإن كمية المياه الإفتراضية المكتسبة من استيراد الأرز لتحقيق المستوي الكامل للأمن الغذائي كحد أقصي يبلغ نحو 50.4 مليار م^3، بقيمة مالية تبلغ نحو 15.89 مليار جنيه عند نفس درجة الثقة.

جدول رقم (13): مساهمة الاستثمار الزراعي المصري في الخارج في ظل وجود الإنتاج المحلي والواردات لتحقيق الأمن الغذائي النسبي للأرز وفق معطيات التسلسل الزمني خلال الفترة (2007- 2021)

البيان	الواردات لتحقيق مستويات مختلفة من الأمن الغذائي	
سيناريوهات إفتراضية لمعامل الأمن الغذائي	0.8	1
إحتمال المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي	0.17003	0.37003
إحتمال عدم المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي	0.62997	0.62997
الخطأ المعياري لإحتمال المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي	0.0845	0.12466
الخطأ المعياري عند درجة ثقة 95 % (توزيع برنيولي)	0.16563	0.24434
إحتمال المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي عند درجة ثقة 95 %	0.17003 ± 0.16563	0.37003 ± 0.24434
نسبة المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي عند درجة ثقة 95 %	33.5658	61.4367
	0.44023	12.5693

المصدر: جمعت وحسبت من النتائج الواردة بالجدول رقم (9).

جدول رقم (14): كمية وقيمة المياه الإفتراضية للتجارة الخارجية لتحقيق الأمن الغذائي وفقا لمتوسط الاستهلاك المحلي لمحصول الأرز خلال الفترة (2007- 2021)

البيان	مستويات الأمن الغذائي للواردات لمحصول الأرز		
سيناريوهات إفتراضية لمعامل الأمن الغذائي	0.5	0.8	1
متوسط الاستهلاك السنوي	4544.51	4544.51	4544.51
حجم المخزون	2272.26	3635.61	4544.51
الأهمية النسبية لمساهمة الواردات			
الحد الأقصي	7.72504	9.25427	10.1117
الحد الأدني	-3.3698	-4.899	-5.75642
كمية الارز المستوردة بالألف طن			
الحد الأقصي	17553.3	33644.9	45952.6
الحد الأدني	-7657	-17811	-26160.1
المياه الإفتراضية للطن	2869.7	2869.7	2869.7
كمية المياه الإفتراضية المكتسبة من الاستيراد مليون م^3			
الحد الأقصي	50372.6	96550.8	131870
الحد الأدني	-21973	-51112	-75071.7
قيمة المياه الإفتراضية المكتسبة من الاستيراد مليون جنيه			
سعر الوحدة من المياه جنيه/ م^3 *	0.315	0.315	0.315
الحد الأقصي	15867.4	30413.5	41539.1
الحد الأدني	-6921.6	-16100	-23647.6

المصدر: جمعت وحسبت من الجداول أرقام (10، 11، 12، 13).

التوصيات:

في ضوء النتائج التي تم الوصول إليها فإن البحث يوصي بما يلي:

(1) ضرورة إتباع استراتيجية للمياه الإفتراضية المتضمنة في تجارة الغذاء الدولية، واستغلال مبدأ تجارة المياه الإفتراضية، والبصمة المائية في تقييم الوضع الحالي لحالة التصدير والاستيراد، للوصول إلى الشكل الأمثل الذي يحقق وفراً في المياه، وذلك للتخفيف من حدة العجز المائي علي المستويين المحلي والاقليمي.

(2) ربط الحوافز التصديرية بإنخفاض المحتوى المائي للمحاصيل، مع محاولة تسعير وحدة المياه المصدرة من خلال فرض ضريبة ضمنية عليها في المحاصيل ذات المحتوى العالي من المياه.

(3) عدم الإعتماد على المقننات المائية فقط عند تقييد زراعة أو تصدير محصول معين، والأخذ في الإعتبار محتوى المياه الإفتراضية وعائد وحدة المياه المستهلكة.

(4) التركيز علي إستيراد المنتجات الزراعية ذات الإحتياجات المائية المرتفعة خاصة في ظل تصاعد أزمة المياه.

(5) معالجة العجز في المخزون الاستراتيجي للارز، لرفع نسبة معامل الأمن الغذائي لمنع حدوث أزمات مستقبلية.

المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

أحمد، معتز عليو مصطفى (2022)، تحليل اقتصادي لكفاءة استخدام مياه الري فى إنتاج أهم المحاصيل المُستهلكة للمياه في مصر، مجلة العلوم الزراعية المستدامة، المجلد (48)، العدد (2).

بكدي، فاطمة (2020)، تجارة المياه الإفتراضية: الأبعاد والحدود، مجلة الاستراتيجية والتنمية، مجلد 10.

تاج الدين، عبد العزيز إبراهيم، البصمة المائية لمنتجات التصنيع الزراعي ودورها في التنمية المستدامة، معهد التخطيط القومي، القاهرة، بدون سنة نشر.

الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاء الري والموارد المائية.

حسانين، هديل طاهر محمد (2014)، تجارة المياه الإفتراضية: تحليل الآثار الاقتصادية علي الصادرات الزراعية المصرية، رسالة دكتوراه، قسم الإقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة الزقازيق.

حسيان، كفاح محمد (2012)، تقييم الوضع المائي في سورية من خلال تطبيق مبدأ المياه الافتراضية في القطاع الزراعي، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، مجلد 28، عدد 1.

الدروبي، عبد الله (2008)، إقتصاديات المياه، جامعة الدول العربية، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد).

سلام، أسامة محمد (2016)، البصمة المائية للإمارات العربية المتحدة، مؤشرات أمن الماء والغذاء، إي- كتب، لندن.

الشتلة، هاني سعيد عبد الرحمن، وآخرون (2014)، تأثير تجارة المياه الإفتراضية علي إقتراح بعض البدائل المحصولية بمصر، المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، المجلد (24)، العدد (4).

الشتلة، هاني، رمضان، أحمد (2022)، البصمة المائية وتجارة المياه الافتراضية، مطبعة المها، القصر العيني، العدد 5.

عنانى، سعيد عبدالفتاح (2013)، اقتصاديات استخدام مياه الرى فى الزراعة المصرية، رسالة ماجستير، قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة عين شمس.

مصطفي، محمد سمير (2017)، الأمن المائي والعجز الغذائي العربي، الواقع الراهن وأسباب الفشل، مع خطة مقترحة لزيادة مستوي الأمن المائي العربي حتي عام 2050، مجلة بحوث اقتصادية عربية، عدد 78- 79.

نور الدين، هالة محمد، (2017)، تقدير الطلب علي المياه الزرقاء وفقا لمفهوم البصمة المائية بجمهورية مصر العربية، المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، المجلد (27)، العدد (4)، ديسمبر (ب).

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، الإدارة المركزية للاقتصاد الزراعي، قطاع الشئون الاقتصادية، نشرة الإحصاءات الزراعية.

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، الإدارة المركزية للاقتصاد الزراعي، قطاع الشئون الاقتصادية، نشرة الميزان الغذائي.

ثانياً: المراجع الإنجليزية:

Hoekstra, A.Y. (2003) Virtual water trade; Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual water trade. Value of water research report, Series 12, Delft, Netherland.