

## تقييم الوضع المائي في سورية من خلال تطبيق مبدأ المياه الافتراضية في القطاع الزراعي

د. م. كفاح محمد حسيان\*

### الملخص

تعدُّ مشكلة المياه العذبة من أكثر المشكلات التي تواجه سورية، لأنَّ مواردها المائية محدودة وذات نسبة نمو سكاني عالية (2,52%). وفي هذا البحث سلَّط الضوء على مبدأ المياه الافتراضية، ودُرست إمكانية الاستفادة منه في القطاع الزراعي، وحُسبَ الميزان المائي في سورية بطريقة أكثر دقة، من خلال حساب حجم المياه الافتراضية بالنسبة إلى معظم المحاصيل الزراعية التي تزرع في سورية، وحُسبت البصمة المائية الكلية ومؤشراتها. عُرِضَ احتمالان لإعادة توزيع التركيب المحصولي في سورية، بحيث يحقق استخداماً ذا كفاءة أعلى للمياه وعائداً اقتصادياً أفضل، فضلاً عن تخفيض قيمة الفجوة الغذائية باستخدام نموذج رياضي. ومن نتائج البحث أنه لم يُعْطِ الاحتياج الغذائي بشكل كامل نظراً إلى محدودية الموارد المائية، ولكن عُنِيَ معظمها وحُفِظَت قيمة الفجوة الغذائية في الاحتمال الأول من 10950 مليون ليرة سورية إلى 9850 مليون ليرة سورية، وفي الاحتمال الثاني إلى 5100 مليون ليرة سورية، وذلك بسبب تحسين الإنتاجية، وزيادة الإنتاج لبعض المحاصيل (القمح والذرة) وهي أساسية في الميزان الغذائي.

الكلمات المفتاحية: المياه الافتراضية - الموارد المائية - العائدات الاقتصادية

\* قائمة بالأعمال كلية الهندسة المدنية - جامعة دمشق

## مقدمة:

إن معرفة كمية المياه الافتراضية الداخلة والخارجة من أي بلد يعطي صورة فعلية عن مدى العجز المائي في هذا البلد.

المفهوم الضمني للمياه يرتبط ارتباطاً وثيقاً بمفهوم البصمة المائي (Water Footprint). إذ إن البصمة المائية تُعرف بأنها الحجم الكلي للمياه العذبة التي تستخدم لإنتاج السلع والخدمات التي يستهلكها الفرد أو المجتمع.

### موضوع البحث:

1 - تتميز سورية بأنها من المناطق ذات معدلات النمو السكاني العالي في العالم (كمتوسط خلال الأعوام 2005 - 2010 هي (2,52%) مقارنةً بالدول المتقدمة (1-1.5%) خلال المدة نفسها.

2 - يستهلك القطاع الزراعي الحجم الأكبر من الموارد المائية في سورية (81%)، تستخدم البلدان العربية جميعها المياه بكفاءة نسبية منخفضة، حيث كفاءة الري أقل من 50% في معظم البلدان العربية.

3 - ضعف في مجال تقنيات الإنتاج الزراعي الذي فرض عليها أن تلجأ إلى استيراد المنتجات الغذائية من البلدان الأجنبية لتلبية الاحتياجات الغذائية وتحقيق الأمن الغذائي.

4- الفجوة الغذائية في معظم بلدان الوطن العربي، ونسبة الاعتماد العالية على الدول الخارجية في تأمين الاحتياجات الغذائية.

**أهداف البحث:** الهدف الرئيسي هو الاستفادة من مبدأ المياه الافتراضية من أجل:

1- معرفة حجم العجز المائي الحقيقي في سورية.

2- استخدام المياه بكفاءة أعلى في القطاع الزراعي.

3- محاولة تخفيض الفجوة الغذائية في سورية.

لتحقيق أهداف هذا البحث لا بدّ لنا من:

أصبح توافر المياه العذبة أمراً مهماً ومثير للقلق في البلدان العربية، إذ إنّ الماء هو العائق الرئيسي للتنمية الاقتصادية والإنتاج الغذائي في هذه البلدان، ومع ندرة المياه في هذه المناطق فالزراعة التي هي أكبر مستهلك للمياه، هو أهم قطاع في الاقتصاد. إن معظم البلدان العربية تقع في المناطق الجافة وشبه الجافة وتتميز بندرة هطول الأمطار والتنبؤ بها. أكثر من 85% من المياه المتاحة في البلدان العربية تأتي من خارج حدودها.

الطريقة التقليدية لحل أزمة المياه هو زيادة إمدادات المياه لتلبية زيادة الطلب على المياه. وتتمّ زيادة إمدادات المياه عادةً من خلال إعادة تدوير مياه الصرف المعالجة، والاستفادة من مياه الصرف الزراعي في الري وتحلية مياه البحر. ولكن مع تزايد الطلب على المياه للاستخدام في مختلف القطاعات، أصبحت زيادة إمدادات المياه غير كافية لحل مشكلة شح المياه.

مؤخراً أصبح في مجال إدارة موارد المياه إدارة الطلب على المياه والحفاظ على استخدامها. ومن أهم الأدوات التي تستخدم في إدارة الطلب هو مفهوم المياه الافتراضية. المياه الافتراضية (Virtual Water) هي كمية المياه المتضمنة في المواد الغذائية أو غيرها من المنتجات و اللازمة لإنتاجها. على سبيل المثال، لإنتاج كيلوغرام من القمح يلزم نحو 1000 لتر من المياه، أي المياه الافتراضية من هذا الكيلوغرام من القمح هو 1000 ليتر. والمياه اللازمة للوزن نفسه من اللحوم تعادل نحو خمس إلى عشر مرات من المياه اللازمة لإنتاج القمح.

تجارة المياه الافتراضية تشير إلى أن السلع المستوردة أو المصدرة تتضمن المياه. فعندما يستورد بلد طناً من القمح ففي هذه الحالة كأنه وفر المياه اللازمة لإنتاج هذا الطن من القمح.

**الموارد المائية في سورية:**

تقع معظم الأراضي السورية في المناطق الجافة وشبه الجافة إذ إن أكثر من نصف الأراضي السورية تتلقى هطولات أقل من 220 ملم، والهطولات غير منتظمة وتختلف من سنة إلى أخرى.<sup>(2)</sup>

مجموع الهطولات المطرية على الأراضي السورية نحو 46 مليار متر مكعب.<sup>(1)</sup> تقسم سورية إلى سبعة أحواض مائية: (حوض حلب والفرات، حوض دجلة والخابور، الحوض الساحلي، حوض البادية، حوض العاصي، حوض نهري بردى والأعوج، حوض اليرموك)

تتقسم الموارد المائية في سورية إلى قسمين :

1- موارد مائية تقليدية : تتضمن المياه السطحية والمياه الجوفية والهطولات .

2- موارد مائية غير تقليدية : تشمل مياه صرف صناعي- مياه صرف صحي- مياه صرف زراعي- مياه استمطار- مياه تحلية.<sup>(3)</sup>

تقسم الموارد المائية التقليدية إلى موارد مائية سطحية وجوفية:

الموارد المائية السطحية تتكون المياه السطحية في سورية من عدد من الأنهار الصغيرة والبحيرات في الغرب. تتغذى الأنهار الصغيرة بمعظمها من ينابيع تتسم بموسمية حادة سريعة النضوب في بعض الأحيان، وهناك تفاعل قوي بين مستويات المياه الجوفية وتدفق الينابيع، كما يظهر تضاد التدفق مع ازدياد استخراج المياه الجوفية. وتستعمل المياه السطحية كلياً للإمدادات المائية المنزلية ولأغراض الصناعة والري. ويستهلك القطاع الزراعي نحو 81% من الموارد المائية المتاحة<sup>(10)</sup>. والجدول رقم (1) التالي يبين حجم الموارد المائية في كل حوض.<sup>(4)</sup>

1- دراسة الوضع الحالي وتحليله للموارد المائية واستخداماتها في سورية.

2- حساب الأثر المائي لسورية بعد حساب كمية المياه الافتراضية المحتواة في المحاصيل، المنتجات الزراعية لمدة الدراسة (1999-2003) كنموذج للدراسة ونظراً إلى توافر البيانات اللازمة لهذا البحث خلال هذه المدة.

3- دراسة إمكانية تحقيق الأمن الغذائي وتأثيره في الموارد المائية من خلال استعراض بعض السيناريوهات لسدّ الفجوة الغذائية.

**الموقع الجغرافي للجمهورية العربية السورية:**

تقع الجمهورية العربية السورية التي يبلغ عدد سكانها نحو 22 مليون نسمة ونسبة تزايدهم بحدود 2.52% على الساحل الشرقي للبحر الأبيض المتوسط وتشغل مساحة تبلغ (185180) كم<sup>2</sup> منها (61000) كم<sup>2</sup> قابلة للزراعة وتغطي المراعي والغابات مساحة تقدر بنحو (89000) كم<sup>2</sup> أما ما تبقى من مساحتها فهي غير قابلة للاستثمار الزراعي.<sup>(1)</sup>



خريطة الجمهورية العربية السورية

الجدول رقم (1) الموارد المائية في الأحواض المائية في سورية (المرجع وزارة الري السورية-2001)

ملاحظات	متوسط الموارد السنوية مليون م <sup>3</sup>			معدل الهطول الوسطي المطري		المساحة كم <sup>2</sup>	اسم الحوض
	المجموع	جوفية	سطحية	مليون م <sup>3</sup>	مم		
	850	830	20	2297	266	8630	بردي والأعوج
	2717	1607	1110	6822	315	21634	العاصي
	2235	778	1557	6603	1308	5049	الساحل
دون واردات نهر دجلة	2388	1600	788	8493	402	21129	دجلة والخابور
دون واردات نهر الفرات	849	371	478	10691	209	51238	الفرات وحلب
	447	267	180	1930	287	6724	اليرموك
	343	180	163	9800	138	70786	البادية
	9929	5633	4296	46636	3594	185180	المجموع

تؤدي دوراً مهماً في تأمين الاحتياجات الغذائية من خلال المحاصيل البعلية في الدول المطيرة. المياه الزرقاء "Blue Water": هي المياه الجوفية والسطحية التي عادة لها خيارات لتطويرها واستخدامها بسبب سهولة الوصول لها.<sup>(5)</sup> وستشير لاحقاً إلى نسبة مشاركة كل منهما في القطاع الزراعي في سورية.

#### تعريف مفهوم المياه الافتراضية:

اكتُشفَ مبدأ المياه الافتراضية في لندن عام 1990 من قبل الباحث آلان "Allan"، ومفهوم المياه الافتراضية هو كمية المياه المستهلكة في عمليات إنتاج سلعة ما سواء كانت غذائية أم صناعية حتى وصولها إلى المستهلك.<sup>(6)</sup>

#### حساب كمية المياه الافتراضية للمحاصيل الزراعية:

قمنا بحساب كمية المياه الافتراضية في هذا البحث لمعظم المحاصيل المزروعة في سورية تقريباً وللمنتجات النباتية الرئيسية (الزيوت والسكر المكرر). أمّا حساب كمية المياه الافتراضية في المحاصيل الزراعية فقد جرى اعتماداً على العلاقة الآتية:

$$VWC(c) = \frac{CWU(C)}{production(c)} \quad (1)$$

إذ إن:

VWC: هي كمية المياه الافتراضية للمحصول C (م<sup>3</sup>/طن)

مجموع الموارد المائية المتجددة (السطحية+الجوفية) في سورية يصل حالياً إلى حدود 9929 مليون م<sup>3</sup> (9.929 مليار م<sup>3</sup>/السنة) سنوياً عدا حصة سورية العادلة من المياه الدولية في نهري دجلة والفرات. تستعمل نسبة 89% منها لأغراض زراعية، ونسبة 7.4% للاستعمالات المنزلية ونسبة 3.6% لأغراض صناعية.<sup>(3)</sup>

ومن ثم من الجدول السابق نجد أن مجموع الموارد المائية في الأحواض جميعها (السطحية والجوفية) يساوي 9.929 مليار م<sup>3</sup>/السنة فضلاً عن: حصة سورية من نهر الفرات = 6.627 مليار م<sup>3</sup>/السنة. حصة سورية من نهر دجلة = 1.250 مليار م<sup>3</sup>/السنة. فيكون مجموع الموارد المائية المتجددة في سورية نحو 17.806 مليار م<sup>3</sup>/السنة.

وتقدر نسبة التبخر من الموارد المائية بـ 10%.

ومن ثم يكون نصيب الفرد من الموارد المائية المتجددة نحو 809 متراً مكعباً/السنة أي إن سورية تقع تحت خط الفقر المائي الذي حُدّد اعتماداً على البنك الدولي نحو 1000 متر مكعب سنوياً.

لا بدّ من الإشارة إلى ما يسمى المياه الزرقاء والمياه الخضراء وأهمية كل منهما.

المياه الخضراء "Green Water": هي رطوبة التربة التي يمكن أن تستهلك فقط من قبل الغطاء النباتي. وهي

إذ إنَّ ETo كمية التبخر المرجعي وهي نسبة التبخر من الغطاء النباتي في ظروف مثالية لنمو النبات إذ إنه يتأثر بالظروف المناخية فقط.<sup>(5)</sup>

حُسِبَ ETo لشهور السنة كلّها من برنامج الـ CLIMWAT، وحُسِبَ الوسطي للشهور كلّها وتمت باقي الحسابات اعتماداً عليه. أمّا معاملات المحصول فتم الاعتماد على دراسة سابقة للباحثين Champagain and Hoekstra (2004).<sup>(8)</sup>

ومن ثمَّ حُسِبَت كمية المياه الافتراضية للمحاصيل المدروسة، والملحق رقم 1 يبيّن حجم المياه الافتراضية للمحاصيل المدروسة. والجدول رقم (2) يبيّن حجم المياه الافتراضية لبعض المحاصيل:

الجدول (2): حجم المياه الافتراضية لبعض المحاصيل

المحصول	حجم المياه الافتراضية م <sup>3</sup> /طن
القمح	2059
الشعير	6390
الذرة	2287
البطاطا	409

حساب كمية المياه الافتراضية للمنتجات النباتية:

كمية المياه الافتراضية للمنتجات النباتية من الدرجة الأولى تحسب كما في العلاقة التالية بالمتر مكعب/الطن:

$$VWC_p(p) = VWC_c(c) \times \frac{vf[p]}{pf[p]} \quad (5)$$

إذ إنَّ:

$pf$  هي معامل الإنتاج الذي يدل على وزن المنتج الأولي الناتج من واحد طن من المحصول الرئيسي.  $vf$  هو معامل القيمة (الليرة سورية/الطن) وهو حاصل قيمة المنتج بالدولار على مجموع قيم المنتجات الناتجة من هذا المحصول الرئيسي.

أمّا المنتجات الثانوية من المحاصيل فتُحسب من العلاقة الآتية:

CWU: كمية المياه المستهلكة من قبل المحصول C بـ م<sup>3</sup>/السنة

Production: الإنتاج بـ طن للمحصول C

أمّا كمية المياه المستهلكة من قبل المحصول c فتحسب من خلال العلاقة الآتية:

$$CWU(c) = CWR(c) \times \frac{production(c)}{yield(c)} \quad (2)$$

إذ إنَّ:

CWR: كمية الاحتياج المائي للمحصول c وتقاس في الحقل بـ م<sup>3</sup>/الهكتار وتُعرف بأنها كمية المياه اللازمة للتبخر من لحظة الزراعة حتى الحصاد لمحصول معين عندما ينمو في تربة تحتوي مياهها كافية له.

Yield: إنتاجية المحصول c في وحدة المساحة وتقاس بـ طن/هكتار.

وتُحسب كمية الاحتياج المائي للمحصول c من العلاقة الآتية:

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

إذ إنَّ:

lp: طول مدة النمو وتقاس بالأيام

ETc: هي كمية التبخر اليومي للمحصول المروي c ويقاس بالمليمتري. ويتم الحصول على هذا التبخر من خلال عميلة ضرب كمية التبخر المرجعي Eto بمعامل المحصول Kc. ومعامل المحصول أُخذ لأربع مراحل لنمو المحصول: المرحلة الابتدائية، ومرحلة النمو، والمرحلة الوسطى والمرحلة الأخيرة، وهي المرحلة التي يكون فيها المحصول جاهزاً للحصاد.<sup>(7)</sup>

$$ETc(c) = Kc(c) \times ETo \quad (4)$$

المستوردة أو المصدرة ومن ثم ما يسمى تجارة المياه الافتراضية بين الدول.

وتتألف البصمة المائية من شقين كما في العلاقة الآتية:

$$WFP = IWF + EWF \quad (7)$$

إذ إن:

IWF : البصمة المائية الداخلية

EWF: البصمة المائية الخارجية.

أمّا البصمة المائية الداخلية

(Internal Water Footprint) فتحسب من العلاقة

الآتية:

$$IWF = DWW + IWW + AWU - VWE \quad (8)$$

إذ إن DWW هي كمية السحب المائي للقطاع المنزلي، و IWW هي كمية السحب المائي للقطاع الصناعي اعتماداً على مبدأ المياه الافتراضية، و AWW هي كمية الاستهلاك المائي في القطاع الزراعي؛ وتحسب اعتماداً على طريقة حساب كمية المياه الافتراضية للمحاصيل والمنتجات الزراعية كما كان موضحاً سابقاً، و VWE هي كمية المياه المصدرة من خلال المنتجات الزراعية إلى البلاد الأخرى.

البصمة المائية الخارجية (External Water Footprint) تحسب من العلاقة الآتية:

$$EWF = VWI - VWE_{re-export} \quad (9)$$

إذ إن VWI هي حجم المياه الافتراضية المستوردة من المنتجات المستوردة

في هذا البحث حُسِبَت البصمة المائية اعتماداً على حساب المياه المتضمنة في المنتجات الزراعية فقط، ولم تشمل المنتجات الحيوانية والصناعية لإعطاء صورة مبدئية عن الميزان المائي الحقيقي لو أُخِذَت المياه المتضمنة في

$$VWC_p(p) = VWC (\text{primary product}) \times$$

$$\frac{vf[p.p]}{pf[p.p]} \quad (6)$$

إذ إن:

pf : هو معامل الإنتاج الذي يدل على وزن المنتج الزراعي الثانوي الناتج من طن واحد من المنتج الأولي.

Vf: هو معامل القيمة (الليرة السورية/ الطن) وهو حاصل نسبة قيمة المنتج الثانوي إلى مجموع قيم المنتجات الناتجة من المنتج الأولي.<sup>(5)</sup>

والجدول رقم (3) يبيّن حجم المياه الافتراضية للزيوت النباتية بوصفها منتجاً أولياً، وللسكر بوصفه منتجاً ثانوياً.

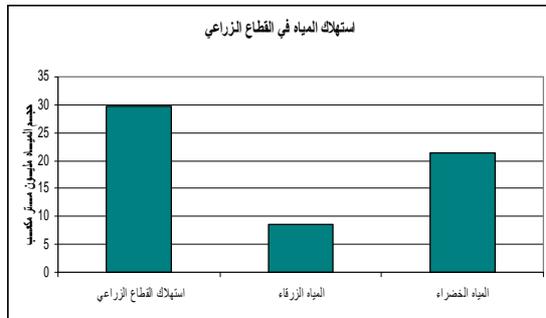
الجدول رقم (3): حجم المياه الافتراضية لبعض المنتجات النباتية

حجم المياه الافتراضية م <sup>3</sup> /طن	الزيوت النباتية الناتجة من:
6926	الفول السوداني
7612	عباد الشمس
38247	الزيتون
12390	فول الصويا
3091	بذور القطن
13653	المتوسط
1422	السكر المكرر

البصمة المائية (Water Footprint) ومؤشراته:

يعرف مفهوم البصمة المائية لبلد ما بأنه حجم المياه العذبة الكلية المستخدمة القطاعات الخدمية، وفي إنتاج المنتجات المستهلكة بكل أنواعها من قبل هذا البلد. وقد اكتشف هذا المفهوم من قبل الباحث Hoekstra في عام 2002<sup>(9)</sup> من أجل تحديد الاستهلاك الفعلي من المياه للفرد أو للبلد وإعطاء معلومات حقيقية للاستهلاك المائي غير المعلومات التقليدية عن كميات سحب المياه السطحية والجوفية المستخدمة في القطاع الزراعي والصناعي والمنزلي عادةً في حساب الميزان المائي السنوي. ومن ثم فإن كميات المياه المستخدمة فعلياً هي أكبر من كميات السحب من المياه الجوفية والسطحية المحلية. ومن هنا جاء مفهوم المياه الافتراضية

هو أن حساب حجم استهلاك القطاع الزراعي جرى على أساس حجم المياه الافتراضية للمنتجات الزراعية، ومن المعروف أن نسبة عالية من المحاصيل في سورية تعتمد على مياه الأمطار فهي محاصيل بعلية، وهنا تبرز أهمية المياه الخضراء التي تم عرقت سابقاً إذ إن نسبة الأراضي المزروعة بالزراعات البعلية في سورية نحو 71% حسب تقديرات المنظمة العربية للتنمية الزراعية<sup>(11)</sup> أي إن سورية من البلاد التي تعتمد على الأمطار اعتماداً كبيراً في الزراعة وغالباً هذه المياه لا تدخل في حساب الميزان المائي السنوي.



الشكل رقم (1): استهلاك المياه الزرقاء والخضراء في القطاع الزراعي

وبالاعتماد على نسبة الأراضي المروية من الأراضي الزراعية ككل حُسِبَت كمية المياه المستخدمة في عمليات الري (Blue Water) من الموارد المائية المتاحة في عمليات الري هي نحو 8,54 مليار متر مكعب، والباقي نحو 21,30 مليار متر مكعب من مياه الأمطار (Green Water).

#### مؤشرات البصمة المائية:

1- مؤشر الاعتماد على الواردات المائية الخارجية (Water Import Dependency k(WD))، وهو يساوي نسبة البصمة المائية الخارجية على البصمة المائية الكلية كما هو موضح في العلاقة الآتية:

المنتجات في الحساب عند حساب الميزان المائي السنوي.

الجدول رقم (4) يبيّن حجم المياه المتضمنة في المنتجات الزراعية الصادرة والواردة في السنوات 1999-2003: الجدول رقم (4): حجم المياه الافتراضية الصادرة والواردة بالنسبة إلى القطاع الزراعي

سورية	حجم المياه الافتراضية
3077	المصدرة مليون م <sup>3</sup> /السنة
4925	المستوردة مليون م <sup>3</sup> /السنة
1,84	الفرق بين الوارد والصادر مليار م <sup>3</sup> /السنة

من الواضح أن سورية هي مستوردة للمياه الافتراضية وليست مصدرة بالنسبة إلى المنتجات الزراعية. وبناءً على حساب حجم المياه الافتراضية المتضمنة ضمن المحاصيل والمنتجات النباتية حُسِبَت البصمة المائية لسورية خلال السنوات 1999-2003 كما هو موضح في الجدول الآتي:

الجدول رقم (5): الميزان المائي في سورية باستخدام مفهوم المياه الافتراضية

الميزان المائي في سورية باستخدام مفهوم المياه الافتراضية	
17,806	المياه المتجددة مليار م <sup>3</sup> /السنة
22	عدد السكان مليون نسمة
1336	المنزلي
2983	الزراعي
538	الصناعي
3070	المياه المصدرة في القطاع الزراعي مليون م <sup>3</sup>
4925	المياه المستوردة في القطاع الزراعي مليون م <sup>3</sup>
28,6	البصمة المائية الداخلية IWFPM <sup>3</sup> مليار م <sup>3</sup>
4,925	البصمة المائية الخارجية EWFP <sup>3</sup> مليار م <sup>3</sup>
33,5	البصمة المائية الكلية WFP <sup>3</sup> مليار م <sup>3</sup>

من نتائج الجدول السابق تبين أن حجم الاستهلاك المائي الحقيقي في سورية نحو 33,5 مليار متر مكعب/السنة، وحجم استهلاك الفرد الحقيقي في السنوات بين 1999-2003 يكون نحو 1951 متر مكعب/السنة. ومن الواضح أن استهلاك القطاع الزراعي نحو 29 مليار متر مكعب، وهو رقم أكبر من الموارد المائية المتجددة؛ وتفسير ذلك



الرئيسية في الميزان الغذائي حسب تقديرات منظمة الأغذية العالمية الفاو هي: (الحبوب القمح، الذرة، الأرز، الشعير)، البقوليات، الخضار، الفواكه، السكر، الزيوت النباتية، اللحوم (اللحوم الحمراء، اللحوم البيضاء)، الأسماك، البيض، والحليب ومنتجات الألبان) وفي هذا البحث تم التطرق للمحاصيل الزراعية والسكر والزيوت فقط حسب حسابات حجم المياه الافتراضية في البحث، كما ذُكر سابقاً. والجدول رقم (8) يبين نسبة الاكتفاء الذاتي من المحاصيل الرئيسية في الميزان الغذائي للجمهورية العربية السورية للسنوات 1999-2003.

الجدول رقم (8): نسبة الاكتفاء الذاتي بالنسبة إلى العناصر الرئيسية في الميزان الغذائي في سورية

العنصر الغذائي	نسبة الاكتفاء الذاتي %
الحبوب	86
القمح	106
الذرة	26
الأرز	0
الشعير	82
البطاطا	100
البقوليات	106
الخضار	116
الفواكه	104
السكر المكرر	31
الزيوت النباتية	59

لدى سورية نسبة عالية من الاكتفاء الذاتي بالنسبة إلى العناصر الغذائية الزراعية الرئيسية؛ وهذا ما أدى إلى انخفاض نسبة الاعتماد على الموارد المائية الخارجية لسدّ الاحتياجات الغذائية.

**حجم المياه الافتراضية اللازمة لتحقيق الاكتفاء الذاتي:**

إن المياه، وبالذات الأمطار، تؤثر تأثيراً مهماً في الإنتاج الغذائي، وخاصة في الدول التي تعتمد على مياه الأمطار في الزراعة مثل سورية حيث تتجاوز نسبة الأراضي البعلية نحو 70% من مجمل الأراضي المزروعة.<sup>(14)</sup> حُسبت كمية الاحتياج الغذائي من كل عنصر في الميزان الغذائي خلال السنوات 1999-2003 اعتماداً على

ويعرّف الأمن المائي بأنه القدرة على سدّ الاحتياجات كلّها من المياه في قطاعات استخدام المياه كلّها بالكم والنوعية اللازمة.<sup>(12)</sup>

أمّا الأمن الغذائي فيعرّف بأنه قدرة الإنتاج على سدّ الغذاء بشكل كافٍ مع زيادة الثبات في عمليات الإنتاج وتأمين وصول المواد الغذائية إلى المواطنين كلّهم بشكل طبيعي واقتصادي.<sup>(13)</sup>

إن النقص في تطور الإنتاج الزراعي في معظم الدول العربية ينتج عنه اعتماد على الموارد الخارجية من أجل سدّ العجز في المنتجات الغذائية ولاسيما الرئيسية منها.

اعتمد على معطيات منظمة الأغذية العالمية الفاو في تقدير متوسط قيمة الفجوة الغذائية بالنسبة إلى المحاصيل الرئيسية في الميزان الغذائي في سورية للسنوات 1999-2003، كما هو موضح في الجدول رقم (7):

الجدول رقم (7) قيمة الفجوة الغذائية وكميتها في سورية خلال السنوات 1999-2003

الفجوة الغذائية	سورية
الكمية (مليون طن)	4,474
القيمة (مليون ليرة سورية)	44500
الحبوب (مليون طن)	8,78
الحبوب (مليون ليرة سورية)	5745
عدد السكان (1000 نسمة)	16803
قيمة الفجوة الغذائية للفرد (الليرة السورية/السنة)	2648

المرجع: (FAO, FAOSTAT on-line database)

تتأثر قيمة الفجوة الغذائية بتقلب الأسعار العالمية للمواد الغذائية، وسياسات الدعم الغذائي فضلاً عن تغيّر الاحتياطي من المواد الغذائية ومخزون الدول المصدرة. تم التركيز في هذا البحث على العناصر الرئيسية في الميزان الغذائي بالنسبة إلى المحاصيل لتوضيح كمية الاحتياج منها، وحجم المياه اللازمة لسدّ هذا الاحتياج، ومدى إمكانية تحقيق الأمن الغذائي من الإنتاج المحلي، وبالاعتماد على الموارد المائية المتاحة. فالعناصر

الزراعية المزروعة حالياً وفي ضوء الإنتاجية الحالية لكل محصول من المحاصيل المدروسة. أمّا الاحتمال الثاني فهو يدرس إمكانية تخفيض الفجوة الغذائية في ضوء الأمور السابقة كلّها مع تغيير الإنتاجية الزراعية للمحاصيل ورفعها بما يوازي الإنتاجية العالمية.

#### الافتراضات الرئيسية (Assumptions):

- 1- قُسمت المحاصيل المدروسة إلى 20 مجموعة (صيفية وشتوية). والجدول رقم (10) يبيّن هذه المحاصيل.
- 2- حجم المياه المتاحة للزراعة يساوي مجموع حجوم المياه الافتراضية للمحاصيل المزروعة التي حُسبت في بداية البحث.
- 3- مساحات الأراضي الزراعية هي المساحات المزروعة بالمحاصيل المدروسة.
- 4- الاحتياج من كل محصول هو متوسط الاحتياج لسنوات الدراسة (1999-2003).
- 5- الاعتماد على الأسعار العالمية للمحاصيل.

الجدول رقم (10): المدخلات للمجموعات المحصولية في

#### النموذج الرياضي

المحصول	الإنتاجية طن/هكتار	الإنتاج الطن	الاحتياج الطن	حجم المياه الافتراضية (m <sup>3</sup> )
قمح	2,39	4050	4046	2059
الذرة	3,63	209	818	2287
الشعير	0,71	918	1122	6390
الشوفان	0,69	3	3	9530
البطاطا	20,74	487	487	409
بقوليات (s)	1,35	92	92	5213
بقوليات (w)	0,81	147	147	7873
خضار (s)	15,04	128	1277	391
خضار (w)	16,11	852	852	421
فواكه	8,15	1720	1723	1189
شوندر سكري	45,13	1280	1281	187
بذور زيتية	1,15	709	818	7710
أعلاف (s)	7,23	490	490	613
أعلاف (w)	6,79	74	245	3386
قطن	3,93	925	925	2457
مكسرات	2,29	144	144	4067
نباتات عطرية	0,61	52	52	13716
تبغ	1,62	26	26	4514

صيفي ، w شتوي

معطيات منظمة الأغذية العالمية، وحُسب من خلال معرفة كمية الصادر والوارد من كل عنصر فضلاً عن الإنتاج المحلي، ومن ثم تم حساب حجم المياه الافتراضية للعناصر الغذائية التي ذُكرت في الجدول السابق.

إن المحاصيل الرئيسية التي تُستورد في سورية لسدّ الفجوة الغذائية هي الأرز والذرة والشعير، وأهم الصادرات هي القطن والقمح والبنندورة.

الجدول رقم (9) يوضح حجم المياه اللازمة لسدّ الاحتياج الغذائي من العناصر الرئيسية في الميزان الغذائي والحصول على الاكتفاء الذاتي من هذه العناصر محلياً.

الجدول رقم (9) حجم المياه الافتراضية اللازمة لسدّ الفجوة

#### الغذائية للمحاصيل الرئيسية في سورية

العنصر الغذائي	كمية الاحتياج 1000 طن	حجم المياه اللازمة مليون م <sup>3</sup>
الحبوب	855	2430
القمح	212-	437-
الذرة	608	1391
الأرز	251	290
الشعير	204	1303
البطاطا	0,17-	0,07-
البقوليات	14,3-	124-
الخضار	287-	116-
الفواكه	66,8-	79,4-
السكر المكرر	2820	4017
الزيوت النباتية	172	2660

تشير الإشارة السالبة في الجدول إلى أنه استُخدم كمية إضافية من المياه لإنتاج كمية من المحصول أعلى من الاحتياج الغذائي المطلوب.

#### الاحتمالات المقترحة لتخفيض الفجوة الغذائية:

صُمم نموذج رياضي خطي باستخدام برنامج إكسل يعطي الحل الأمثل لتحليل الأمور الآتية:

1- إمكانية الوصول إلى الأمن الغذائي في سورية في ضوء الموارد المائية المتاحة والأراضي الزراعية المتوافرة.

2- تخفيض قيمة الفجوة الغذائية.

وقد وُضِعَ نوعان من الاحتمالات، الأول يعتمد على كل ما هو حالي من الموارد المائية المتاحة والأراضي

**هدف النموذج الرياضي الرئيسي (Objective Function):**

تخفيض قيمة الفجوة الغذائية التي تساوي الفرق بين قيمة الوارد وقيمة الصادر. ومن ثمَّ هي زيادة قيمة الإنتاج الكلي من المحاصيل.

قيمة الفجوة الغذائية (Fg) لأي محصول (i) يمكن أن يعبر عنها رياضياً كما يأتي:

$$\begin{aligned} Fg_i &= (I_i - E_i) \times Pr_i \\ &= (D_i - S_i) \times Pr_i \end{aligned} \quad (12)$$

إذ إنَّ:

$D_i$ : كمية الاحتياج الغذائي بالطن للمحصول  $i$ ، ويمكن حساب الاحتياج من العلاقة الآتية:

$$D_i = S_i + I_i - E_i \quad (13)$$

إذ:

$S_i$ : الإنتاج بالطن للمحصول  $i$

$I_i$ : الوارد بالطن للمحصول  $i$

$E_i$ : الصادر بالطن للمحصول  $i$

$Pr_i$ : السعر العالمي للمحصول  $i$  بالليرة السورية

إن العلاقة الرئيسية للنموذج يمكن أن يُعبر عنها رياضياً كما يأتي:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n fg_i \quad (14)$$

وهذه العلاقة مساوية للعلاقة الآتية:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n (D_i - S_i) \times Pr_i \quad (15)$$

إذ:

$D_i$ : كمية الاحتياج الغذائي بالطن للمحصول  $i$

$n$ : عدد المحاصيل

$S_i$ : الإنتاج بالطن للمحصول  $i$

$Pr_i$ : السعر العالمي للمحصول  $i$  بالليرة السورية

**اشتراطات النموذج الرياضي (Constraints):**

القيود الرئيسية للنموذج هي:

1- المياه: المياه المتاحة لزراعة المحاصيل محدودة ومساوية لحجم المياه الافتراضية المحسوبة للمحاصيل، والمحاصيل الناتجة من إعادة التوزيع المحصولي يجب أن تكون أقل من المياه المتاحة الموجودة في الفرض (29 مليار متر مكعب) أو تساويها.

2- الأراضي الزراعية: الأراضي الزراعية التي ستزرع فيها المحاصيل الناتجة من إعادة التوزيع المحصولي يجب أن تكون أصغر من الأراضي المزروعة في الفرض (6,5 مليون هكتار) أو تساويها.

3- الإنتاج: إنتاج أي محصول يجب أن يكون أصغر الاحتياج الغذائي أو يساويه. وهذا الشرط ضروري؛ وذلك لتحديد حجم إنتاج أي محصول ذي عائد اقتصادي عالٍ ممكن أن يزيد إنتاجه على حاجة السوق.

4- العائد الاقتصادي: العائد الاقتصادي من إعادة التوزيع المحصولي يجب أن يكون أكبر العائد الاقتصادي الحالي أو يساويه.

**المتغيرات الرياضية للنموذج الرياضي:** هي كميات الإنتاج لكل محصول.

**المدخلات في النموذج الرياضي:** البيانات المدخلة في النموذج الرياضي هي:

1- الأسعار العالمية للمحاصيل الزراعية التي قُسمت سابقاً كما في الجدول السابق، واستُعينَ بالمرجع رقم (8) للحصول عليها.



3- إمكانية تطوير النموذج الرياضي لإعادة التوزيع المحصولي الأمثل من خلال القيود والافتراضات والتابع الرئيسي بحيث يزيد عدد الاحتمالات التي تعطي نتائج أفضل.

ونلك نظراً إلى اعتمادها الكبير على مياه الأمطار وخاصة بالنسبة إلى المحاصيل الإستراتيجية كالقمح.

#### التوصيات والمقترحات:

1-لابدّ من الإشارة إلى الناحية السياسية في مدى اعتماد بعض الدول على الأخرى في تحقيق الأمن الغذائي.

2- دراسة تأثير تغيير الأسعار العالمية للمحاصيل في الاحتياج الغذائي والفجوة الغذائية من خلال الاعتماد على مبدأ المياه الافتراضية.

## الملحق (1)

المحصول	Etc (مم)	CWR (م/3 الهكتار)	الإنتاج (ton/yr)	الإنتاجية (Kg/ha)	CWU{c} m3/yr	Vwc (c) m3/ton
القمح	491	4912	4046010	2385	8.33E+09	2059
الشعير	456	4561	918316	714	5.87E+09	6390
الذرة	831	8310	209147	3634	4.78E+08	2287
الشوفان	660	6604	2586	693	2.46E+07	9530
الرز	1033	10326	181000	8921	2.10E+08	1158
بطاطا	849	8490	487294	20739	1.99E+08	409
قصب السكر	1688	16878	10	117665	1.41E+03	143
الشوندر السكري	845	8447	1281379	45130	2.40E+08	187
فاصولياء	480	4800	23505	1930	5.84E+07	2486
فول	562	5616	1769	1552	6.40E+06	3619
بازلاء	608	6083	1160	1285	5.49E+06	4735
عس	882	8818	119039	895	1.17E+09	9854
حمص	429	4287	27762	728	1.64E+08	5892
بقوليات أخرى	646	6463	65842	645	6.59E+08	10014
فول سوداني	714	7144	26667	2673	7.13E+07	2673
سمسم	594	5935	4186	556	4.47E+07	10681
دوار الشمس	770	7705	11453	2000	4.41E+07	3853
زيتون	1082	10817	662960	1357	5.28E+09	7968
فول الصويا	979	9790	4144	1493	2.72E+07	6559
بندورة	916	9164	787156	42659	1.69E+08	215
بصل	1006	10064	87797	18411	4.80E+07	547
بطيخ أحمر	648	6481	368456	20470	1.17E+08	317
بطيخ أصفر	600	6005	76549	11373	4.04E+07	528
بادنجان	832	8319	123119	22078	4.64E+07	377
بازلاء خضراء	671	6713	17762	5971	2.00E+07	1124
قرنبيط	856	8558	34577	20590	1.44E+07	416
ملفوف	927	9274	44512	21318	1.94E+07	435
خيار	783	7830	113824	14471	6.16E+07	541
قرع ويقطين	602	6022	97107	12759	4.58E+07	472
فليفلة	842	8425	40527	14670	2.33E+07	574
أرضي شوكي	1486	14858	5597	12146	6.85E+06	1223
فول أخضر	560	5596	30570	9039	1.89E+07	619
جزر	461	4605	11500	25000	2.12E+06	184
ثوم	958	9582	26892	9288	2.77E+07	1032
فاصولياء خضراء	742	7417	41416	8660	3.55E+07	856
بامياء	1013	10128	12087	3162	3.87E+07	3203
خس	617	6172	43950	21319	1.27E+07	289
بصل أخضر	1080	10800	59049	17189	3.71E+07	628
خضار أخرى	842	8425	95195	10781	7.44E+07	781
تمر	1458	14582	3085	3521	1.28E+07	4142
تين	1040	10398	42541	4073	1.09E+08	2553
كمثرى	1348	13476	24982	7391	4.55E+07	1823
تفاح	1348	13476	271182	5986	6.11E+08	2251
سفرجل	1348	13476	6613	13087	6.81E+06	1030

دراق	1348	13476	38518	6963	7.45E+07	1935
مشمش	1264	12643	81922	6541	1.58E+08	1933
عنب	831	8314	366922	6146	4.96E+08	1353
كرز	1348	13476	48130	4520	1.43E+08	2981
خوخ	1348	13476	37564	14231	3.56E+07	947
برتقال	1040	10398	413132	28792	1.49E+08	361
ليمون	1040	10398	82127	21708	3.93E+07	479
حمضيات خرى	1040	10398	236864	29971	8.22E+07	347
موز	1748	17482	1089	31698	6.01E+05	552
كرسنة	554	5542	26464	626	2.34E+08	8858
ترمس	607	6072	53	859	3.75E+05	7066
برسيم	286	2856	5088	16388	8.87E+05	174
ذرة الأعلاف	831	8310	46202	17853	2.15E+07	465
فصصة	757	7575	84701	22007	2.92E+07	344
أعلاف أخرى	648	6482	400412	10212	2.54E+08	635
لوز	1194	11941	87696	3810	2.75E+08	3134
جوز	1550	15500	1923	4203	7.09E+06	3688
فستق	1252	12520	42066	2182	2.41E+08	5738
مكسرات أخرى	1550	15500	13937	3166	6.82E+07	4895
الكتان	817	8168	12870	94	1.11E+09	86508
القطن	966	9663	925439	3932	2.27E+09	2457
التبغ	731	7312	26252	1620	1.18E+08	4514
ينسون وشمر ونباتات عطرية أخرى	842	8425	52304	614	7.17E+08	13716

## المراجع

- Series No.16, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands, November, 2004.
- 9- Hoekstra, A.Y., Hung, P.Q., "Virtual Water Trade: A Quantification of Virtual Water Flows between Nations in Relation to International Crop Trade", value of water research report series No.11, 2002.
- 10- AOAD, "Studying the Calibrating of Management and Using Approaches of Water Resources in Arabic Agriculture", Arab Organization for Agricultural Development, Khartoum, November, 2001.
- 11- AOAD, "Arab Agricultural Statistics, Yearbook", volume 24 Yearbook, Arab Organization for Agricultural Development, Agricultural Information, Documentation and Statistics Center, Khartoum, 2004.
- 12- Mouailli, F., "the Water Security Problem", Researches and Reports, Kuwait, 2005.  
<http://www.greenline.com.kw/Reports/047.asp>
- 13-FAO, "World Food Report 1986", Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy 1986.
- 14- AOAD, "Arab Agricultural Statistics, Yearbook", volume 22 Yearbook, Arab Organization for Agricultural Development, Agricultural Information, Documentation and Statistics Center, Khartoum, 2002.
- 1- الموارد المائية واستعمالاتها في الجمهورية العربية السورية، عن ورشة عمل حول التعاون السوري الألماني للإدارة المتكاملة للموارد المائية، وزارة الري السورية، مديرية الري، 17-18 فبراير (شباط)، 2004.
- 2- منذر خدام: "الأمن المائي السوري - دراسة اجتماعية"، وزارة الثقافة في الجمهورية العربية السورية، دمشق 2000.
- 3- تقرير دولي، الجمهورية العربية السورية، البنك الدولي / برنامج الأمم المتحدة الإنمائي 1998.  
[http://www.inweb18.worldbank.org/mna/mena.nsf/Attachment/WQMsyris+-arabic/\\$file/syria+Arabic.doc](http://www.inweb18.worldbank.org/mna/mena.nsf/Attachment/WQMsyris+-arabic/$file/syria+Arabic.doc)
- 4- وزارة الري (الموقع على النت)، الأرقام الإجمالية بما يخص الموارد المائية.  
<http://www.irrigation-sy.com/arabic-html/folder/sub.html>
- 5-Hofwegan, P.V., "Virtual Water- Conscious Choices", World Water Council, December, 2003.
- 6- Hofwegan, P.V., "Virtual Water- Conscious Choices", World Water Council, December, 2004.  
[http://www.worldwatercouncil.org/virtual\\_water/document/virtual\\_water\\_Final\\_synthesis.pdf](http://www.worldwatercouncil.org/virtual_water/document/virtual_water_Final_synthesis.pdf)
- 7- Allen R. G., Pereira Luis S., Raes, D. and Smith M., "Crop Evapotranspiration", Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1998.
- 8- Chapagain, A. K., Hoekstra, A.Y., "Water Footprints of Nations", volume 1: Main Report, Value of Water Research Report