المجلة الليبية للعلوم الزراعية
المجلد (20): العددان (1-2): 2015: 84-95

ورقة أصيلة

مؤشرات استهلاك المياه لبعض المحاصيل في شمال غرب ليبيا

أحمد ابراهيم خماج[1,*] و جمعة المحضي المنتصر[2]

[1]قسم التربة والمياه - كلية الزراعة - جامعة طرابلس
[2]قسم الاقتصاد الزراعي – جامعة الزاوية

المستخلص

الكثافة السكانية العالية ترتكز في الشريط الساحلي للمنطقة الغربية من ليبيا لخصوصيتها البيئية. ويشكل قطاع الزراعة فيها أحد أكثر أوجه النشاطات البشرية انتشاراً حيث تقارب المساحات المروية بتلك المنطقة حوالي نصف المساحات المروية في ليبيا. كما يستهلك القطاع ما نسبته 80% من الموارد المائية المتاحة بالمنطقة استهلاكاً غير مرشد، مسببة بذلك تردي جودتها وانخفاض كمياتها، مهددة استدامة الأنشطة البشرية والحيوية بها. تقدم الورقة مؤشرات لتقييم الاستهلاك المائي لبعض المحاصيل الزراعية. وتعتمد الدراسة بدرجة أساسية على نتائج استبيان أجري عام 2007. استهدف فيه بعض الحيازات الزراعية ذات الملكية الخاصة والتي تغطي منطقة الشريط الساحلي الممتدة من مدينة مصراتة شرقا حتى مدينة صبراته غربا وبعمق أقصاه 40 كيلومتر. اشتملت المحاصيل الزراعية المستهدفة بالدراسة الفول والبطاطس بعروتيها الخريفية والربيعية والكرنب (الزهرة) والبصل الأخضر والبصل الجاف والدلاع والخس والقمح والشعير والشوفان. ووفقا للبيانات المتحصل عليها من الاستبيان تم حساب كلا من كفاءة استعمال الماء والإنتاجية المائية المحصولية والنقدية كمؤشرات أساسية لتقييم الاستهلاك المائي. أظهرت النتائج المتحصل عليها تردي قيم المؤشرات، لأغلب المحاصيل الزراعية وهو ما يعطي دلالات على سؤ استعمال الموارد المائية وانخفاض مردوداتها الاقتصادية.

الكلمات الدالة: سهل الجفارة، الإنتاجية المائية للمحصول، كفاءة استعمال الماء، بخر نتح.

المقدمة

أدت الزيادة المضطردة في النمو السكاني وارتفاع معدلات النمو الاقتصادي إلى ارتفاع معدلات نصيب الفرد من المياه، مما نتج عنه انخفاضاً في الإمدادات المائية المتاحة للأغراض الزراعية. ومن ثم أصبحت هناك ضرورة ملحة لإدارة مصادر المياه بالطريقة المناسبة ويتأتى ذلك بالتخصيص الأمثل والجيد للمياه على أوجه الاستهلاك المختلفة. ويظل التساؤل الهام متعلق بمدى توفر الإمدادات المائية للأجيال القادمة. حيث يشكل الإنتاج الغذائي الزراعي المستهلك الأكبر للمياه والمهدد مباشرة بالندرة المائية (Yang *et al.*, 2006).

إن أكثر العوامل المحددة للتوسع في الإنتاج الغذائي لسد الفجوة الغذائية الناشئة عن زيادة عدد السكان تتمثل في المياه (Rosegrant *et al.*, 2002, Playan and Mateos,

*للاتصال: أحمد إبراهيم خماج. قسم التربة والمياه - كلية الزراعة - جامعة طرابلس - طرابلس - ليبيا.
هاتف: 218926577440+.البريد الالكتروني: khmaj1@yahoo.com

استلمت بتاريخ: 2015/9/28 أجيزت بتاريخ: 2015/12/1

2006; Yang *et al.*, 2006) وعلى الرغم من ندرة المياه فإن هناك العديد من أوجه الاستعمال التي تضمن استعمالها بشكل أكثر كفاءة بهدف زيادة إنتاجية وحدة الماء.

يعتبر اختيار واعتماد مفاهيم كفاءة استعمال الماء والإنتاجية المائية للمحاصيل الزراعية والعائد الاقتصادي على وحدة الحجم من المياه المستهلكة في الري الزراعي كمؤشرات استدلالية ومعايير انتقائية للتقليل أو التوقف عن إنتاج المحاصيل ذات القيم المنخفضة لهذه المؤشرات والمعايير مثل محاصيل الحبوب والأعلاف وإعادة تخصيص المياه المستهلكة في إنتاج هذه المحاصيل لري محاصيل أخرى ذات مردود اقتصادي أعلى أو استعمالها لأي غرض نفعي آخر من الإجراءات الواجب إتباعها وتنفيذها للرفع من مستوى أداء الري الزراعي وللحد من تدهور الموارد المائية المحدودة (الغرياني، 2010).

إن مصطلح الإنتاجية المائية بالإمكان تعريفه وفقا للمستوى الحقلي (Field level) على أنها الكتلة الفيزيائية للإنتاج لكل وحدة حجم من الماء المستهلك. أما على مستوى الحوض (Basin level) حيث تتواجد العديد من الأنظمة الزراعية فإنها تمثل القيمة الاقتصادية للمنتج (العائد النقدي لوحدة الحجم من المياه)، والذي يدخل في قياسه مجموع التدفقات المائية الكلية بالإضافة إلى صافي التدفق والمياه المستنزفة من قبل المحصول (Molden, 1997; Molden and Salcthivadil, 1999).

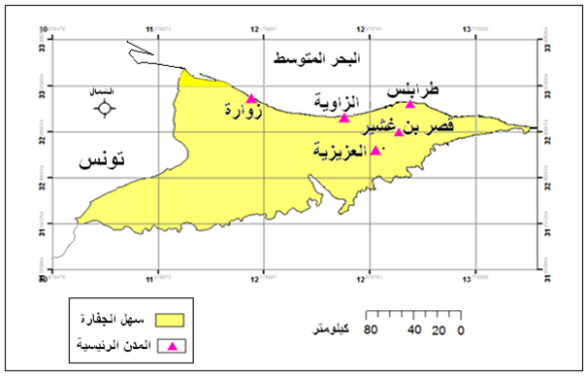
إن كفاءة استعمال المياه (Water use efficiency, WUE) والتي تعتبر من المؤشرات الهامة لتقييم الاستهلاك المائي للمحاصيل، تصف العمليات التي يتم فيها استهلاك الماء لإنتاج مكونات إنتاجية من المحصول؛ أي: أنها تدل على الكمية المنتجة لكل وحدة مساحة لكل وحدة مستهلكة من الماء (Lamaddalena *et al.*, 2007).

وكما وصف (Sinclair *et al.*, 1984) كفاءة استعمال الماء خلال مراحل مختلفة بدءاً من الأوراق حتى الحقل وعلى نحو مبسط، فإنه بالإمكان يتم تصنيفها كإنتاجية محصول لكل وحدة من المياه المستهلكة. و على المستوى الحيوي فإن WUE تمثل مقدار الكربوهيدرات المنتجة من غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وضوء الشمس والماء خلال عملية التمثيل الضوئي لكل وحدة من المياه المستهلكة في صورة نتج. وعلى الرغم من توفر الصيغ المختلفة من العلاقات التي استعملت في تعريف وتمييز WUE إلا إن الكثير من الباحثين يعرفون WUE على أنها الإنتاجية ككتلة منتجة لكل وحدة حجم من الاستهلاك المائي للمحصول كبخر نتح (Hochman *et al.*, 2009; Hanson and May, 2006; Gregory, 1991; Tanner and Sinclair, 1983).

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم استخدام الماء في ري بعض المحاصيل الحقلية بالمنطقة الغربية للشريط الساحلي لليبيا عبر استعمال بعض المؤشرات التي تشمل الإنتاجية المائية للمحصول بمفهوميها الحقلي والحوضي بالإضافة إلى كفاءة استعمال الماء.

المواد وطرائق البحث

منطقة الدراسة وخصائصها



شكل (1). موقع منطقة سهل الجفارة.

تقع منطقة الدراسة في الشمال الغربي من ليبيا حيث تمتد من مصراتة شرقاً إلى صبراته غرباً بطول يبلغ نحو 275 كم. يحدها شمالاً البحر المتوسط على كامل امتداد المسافة بين مصراتة وصبراته، بينما يصل امتدادها جنوباً حتى عمق يصل إلى حدود 40 كيلو متر. وتمثل هذه المنطقة القسم الشمالي من سهل الجفارة، الشكل(1) يوصف سهل الجفارة على أنه مستو بصفة عامة، إلا أنه يتصف بالتموج وخاصة

في القسم الجنوبي منه. وتنتشر التلال والكثبان الرملية، والقسم الغربي من السهل هو أقل الأجزاء تعقيداً في مظاهر السطح، فهو على درجة كبيرة من الاستواء، ويتدرج سطح السهل في الارتفاع نحو الجنوب، فبينما لا يزيد ارتفاع القسم الشمالي منه كثيراً عن مستوى سطح البحر (بن محمود، 1995).

المصادر المائية

تعتبر مياه الخزانات الجوفية المصدر الرئيس للمياه بالمنطقة، حيث أنها تلعب دوراً هاماً في الإمداد المائي للممارسات الزراعية السائدة بالمنطقة والتي تعتمد في الأساس على الزراعات المروية. وتقدر حجم المياه المستهلكة بالخزانات الجوفية في منطقة سهل الجفارة، والتي تمثل فيه منطقة الدراسة الجزء الأكبر منها بحوالي 1049 مليون متر مكعب سنوياً. تتراوح درجات الملوحة بها ما بين 1.5 إلى 3.6 جم/ لتر. ونتيجة للاستنزاف المستمر لمياه تلك الخزانات والذي تعدى السحب الآمن أدى كل ذلك إلى هبوط مستويات المياه الجوفية بمعدلات تتراوح من 0.5 إلى 2.5 متر/ سنة، مما يهدد بتوقف إنتاجية الآبار الموجودة بالمنطقة وتزايد معدلات تداخل مياه البحر بها (الهيئة العامة للمياه، 2006).

الظروف المناخية

تمتاز المنطقة مناخياً بنمط نطاق مناخ البحر المتوسط. ووفقا للبيانات المناخية المتحصل عليها من المحطات الإرصادية المختلفة المنتشرة في منطقة سهل الجفارة للفترة الزمنية بين عامي 1990 و 2000 م. تراوحت المتوسطات السنوية لدرجة الحرارة الصغرى بين 10.6 درجة مئوية ببئر الغنم و 16.8 درجة مئوية بطرابلس، وتصل أقصى المتوسطات السنوية لدرجة الحرارة العظمى إلى 27.3 درجة مئوية ببئر الغنم، بينما أدناها يصل إلى 25.7 درجة مئوية بطرابلس. كما تصل معدلات الرطوبة النسبية السنوية بين 75% بالخمس و 60% ببئر الغنم. وتصل معدلات الأمطار السنوية بين 180 مم بمنطقة بئر الغنم و 370 مم بطرابلس.

التربة

توصف تربة منطقة الدراسة على أنها في عمومها حديثة التكوين عميقة، ذات انتشار مستو تقريباً، وهي ذات قوام رملي، عديمة البناء ومعرضة للتعرية بفعل الرياح. كما أنها عالية الصرف، منخفضة الخصوبة و الإنتاجية و رديئة الاحتفاظ بالماء. ويعتبر استعمال نوعيات متدهورة من مياه الري وخاصة في المناطق التي تتداخل فيها المياه الجوفية مع مياه البحر من أهم المشاكل التي تواجه استزراعها (بن محمود، 1995).

النشاطات الزراعية

تصل المساحات القابلة للزراعة بمنطقة الدراسة إلى حوالي 307774 هكتاراً منها 156251 هكتاراً مساحة مروية، كما تصل نسبة الحيازات الزراعية فيها إلى52% من إجمالي الحيازات في ليبيا. كما تنتج المنطقة نسبة 94%، 91%، 84%، 60% و 60% من إنتاج ليبيا من البطاطس والحمضيات والفلفل الأخضر والبصل والفول السوداني، على التوالي (المنتصر، 2009). كما تشكل الحيازات الخاصة للأراضي الزراعية عماد الأنشطة الزراعية في منطقة الدراسة. حيث تعتمد تلك الأنشطة على الزراعات المروية، فلا تفي الأمطار بسد الاحتياجات المائية للمحاصيل المختلفة; وذلك لانخفاض معدلات الهطول ولارتفاع معدلات البخر نتح. فلقد ساهم قرب المياه الجوفية من السطح وارتفاع إنتاجيتها في انتشار هذا النوع من الزراعات. ومن ناحية أخرى فإن هبوط منسوب المياه الجوفية واستنزافه المستمر وتردي نوعية المياه حال دون استدامة تلك الزراعات المروية. وعلى الرغم من انتشار الزراعات المروية بمنطقة الدراسة إلا أن هناك أنشطة زراعية تعتمد على كل من الري التكميلي والزراعات البعلية والتي عادة ما تشمل محاصيل الحبوب الشتوية كالقمح والشعير.

تجميع البيانات

اعتمدت الدراسة على بيانات استبيان الدراسة الميدانية التي قام بها (المنتصر، 2009) والتي استهدفت أهم المناطق الزراعية بسهل الجفارة التي تعتمد على الري، بحيث شملت

عينة من المزارعين لعدد 105 مزرعة موزعة على منطقة الدراسة خلال الموسم الزراعي 2007 م. وقد تناول الاستبيان بيانات مفصلة عن الحالة الاجتماعية والاقتصادية للمزارعين، وكذلك عن المساحات المروية والتركيبة المحصولية القائمة، وكذلك بعض المعلومات التقنية مثل طرق الري المستعملة وأعماق الآبار وكميات المياه المستخدمة في كل رية وزمن الري، بالإضافة إلى البيانات الاقتصادية المتعلقة بالنشاط الزراعي مثل الأسعار والتكاليف والإيرادات.

حساب مؤشرات تقييم الاستهلاك المائي

اعتمد في هذه الدراسة ثلاث مؤشرات لتقييم الاستهلاك المائي، وهي الإنتاجية المائية للمحاصيل على المستوى الحقلي (Water productivity based on field level, WPFL) أو العائد الإنتاجي لوحدة الحجم من مياه الري، الإنتاجية المائية للمحاصيل على مستوى الحوض المائي (Water productivity based on basin level, WPBL) ، والتي بالإمكان أن يطلق عليها اصطلاحاً العائد النقدي لوحدة الحجم من مياه الري وكفاءة استعمال الماء (WUE). توضح المعادلات التالية الصيغ الرياضية لهذه المؤشرات:

$$WP_{FL} = \frac{Y}{DW} \quad (1$$

$$WP_{BL} = \frac{MU}{DW} \quad (2$$

$$WUE = \frac{Y}{ET_C} \quad (3$$

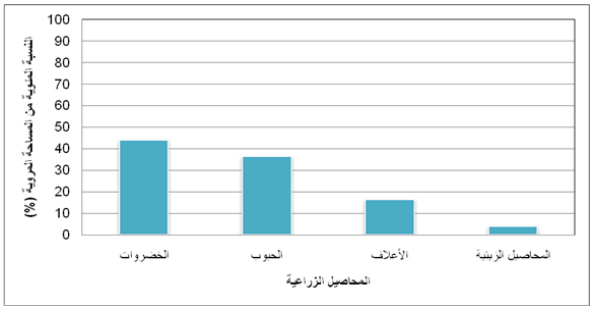
حيث:

تمثل Y الإنتاجية الكلية للمحصول (كجم)، DW تمثل كمية مياه الري الكلية المحولة لغرض الري (متر^3)، وتمثل MU العائد النقدي (دينار)، كما تمثل ET_c كمية المياه المستهلكة كبخر نتح من المحصول أو ما يعرف بالاحتياجات المائية المحصولية (متر^3). في هذه الدراسة تم تقدير قيمة الإنتاج حسب متوسط الأسعار السائدة في السوق المحلية لسنة 2007 م. إن جميع المعلومات عن عناصر المعادلات السابقة تم الحصول عليها من خلال تحليل نتائج الاستبيان عدا كميات المياه المستهلكة كبخر نتح من المحصول، حيث قدرت باستخدام البيانات المناخية المتوفرة في محطات الأرصاد المناخية المنتشرة في منطقة الدراسة بالاستعانة ببرنامج (Cropwat 4.)، والمقترح من قبل منظمة الأغذية والزراعة (الفيتوري، 2008). حيث تم حساب متوسط قيم البخر نتح للمحاصيل المختلفة لفترة عشر سنوات (1990 – 2000) وذلك للمحطات الإرصادية طرابلس، مطار طرابلس، الزاوية، زوارة، بئر الغنم، الخمس. فيما قدرت قيم متوسط البخر نتح للمحاصيل المختلفة بمصراتة خلال العشرين سنة الممتدة بين 1960 و 1980.

النتائج والمناقشة

التركيبة المحصولية

بلغت المساحة المحصولية المروية بمنطقة الدراسة حوالي 535 هكتاراً، وتشكل هذه المساحة ما نسبته 58% من إجمالي المساحة الزراعية التي تم استهدافها في الدراسة. وبالإمكان أن تعزى المساحة غير المروية إلى اتباع المزارعين لأنظمة الدورة الزراعية، بالإضافة إلى عدم كفاية مياه الري ونقص بعض العناصر الإنتاجية مثل البذور والأسمدة والعمالة والإمكانيات التقنية كالتوسع في استخدام أنظمة الري المختلفة.



شكل (2). النسبة المئوية للمساحات المروية المخصصة لزراعة المحاصيل المختلفة.

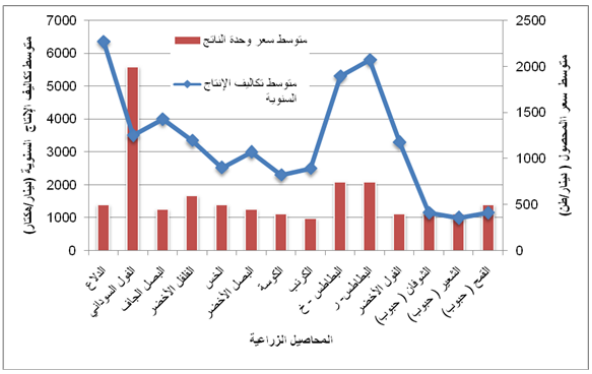
يبين الشكل (2) توزيع المساحة المحصولية على مختلف أنواع المحاصيل الزراعية المكونة للتركيبة المحصولية

السائدة بمنطقة الدراسة. يتضح من خلال الشكل أن محاصيل الخضروات تحتل أكبر نسبة من المساحة المروية بنسبة 44% من جملة المساحة المروية. فيما كانت المحاصيل الزيتية والممثلة بالفول السوداني الأقل مساحة مروية بنسبة 4%.

بالإمكان تفسير تباين تلك النسب إلى احتواء محاصيل الخضراوات على توليفة عديدة من الخضروات مثل البطاطس بعروتيها، البصل، الفلفل الأخضر، الكرنب (الزهرة)، الدلاع، الخس (السلاطة الخضراء). كما أن اهتمام المزارعين بزراعة محاصيل الخضروات لقصر فترات نموها، ولإقبال المستهلكين عليها ساهم في ارتفاع المساحات المخصصة لمحاصيل الخضروات.

تكاليف الإنتاج الزراعي

قدر متوسط تكاليف الإنتاج السنوية للمحاصيل المختلفة وأهم البنود المكونة لها بأخذ المتوسط الحسابي وذلك حسبما أفاد به المزارعون بمنطقة الدراسة.



شكل (3). متوسط تكاليف الإنتاج السنوية (دينار/ هكتار) ومتوسط سعر وحدة الناتج (دينار/ طن) للمحاصيل المختلفة.

يوضح الشكل (3) متوسط تكلفة الإنتاج السنوية للمحاصيل المختلفة (دينار/هكتار)، وكذلك متوسط سعر وحدة الناتج (دينار/ طن). مع ملاحظة أن متوسط سعر وحدة الناتج الثانوي (التبن) من الشعير والقمح والشوفان تم تقديره باعتبار وزن البالة من التبن يساوي 20 كجم، وبمتوسط سعر 137.5 و 125 و 150 ديناراً للطن الواحد لكل من الشعير والقمح والشوفان، على التوالي. يعزى ارتفاع تكاليف الإنتاج لبعض المحاصيل كالدلاع والبطاطس بعروتيها مقارنة بمحاصيل الحبوب إلى ارتفاع تكاليف عناصر الإنتاج المختلفة. فعلى سبيل المثال أظهرت نتائج الاستبيان أن تكاليف العمالة البشرية قدرت بحوالي 1800، 750، 666، 600، 585، 190 ديناراً/ هكتار، وذلك لمحاصيل الدلاع، البطاطس العروة الخريفية، القمح، الشعير، البطاطس العروة الربيعية، الشوفان على التوالي. كما أن احتياجات التسميد والمبيدات والبذور والري تتباين بين المحاصيل المختلفة مما يؤثر بدوره على تباين تكلفتها. ويتضح من خلال النتائج المتحصل عليها من الشكل (3) ومن الجدول (1) أن أعلى عائد صافي للهكتار من بين المحاصيل الزراعية كان 3950 ديناراً لمحصول البطاطس العروة الربيعية، بينما كان أقل عائد صافي للهكتار لمحصول القمح بقيمة 225 ديناراً.

مؤشرات تقييم الاستهلاك المائي

يوضح الجدول (1) متوسط الإنتاجية (Y) للمحاصيل المختلفة (طن/ هكتار). وبالمقارنة مع متوسط الإنتاجية للهكتار بليبيا خلال السنوات من 2003 وحتى 2007 فإن متوسط إنتاجية منطقة الدراسة من الشعير والفول السوداني و الدلاع تزيد عن متوسط إنتاجية للهكتار بليبيا بحوالي 300، 500 و650 كيلو جرام على التوالي. فيما قل متوسط إنتاج الهكتار لمحاصيل الخضر بشكل عام بمنطقة الدراسة عن متوسط إنتاج ليبيا بنحو 480 كيلو جرام، كما دلت نتائج المقارنة على تساوي متوسط إنتاج المنطقة من القمح مع متوسط إنتاج ليبيا تقريباً. وعلى نحو بين أيضاً إذا ما تم استثناء كل من محصولي الشوفان والفول السوداني، يتضح الانخفاض الكبير في إنتاجية أغلب محاصيل موضع الدراسة مع متوسط الإنتاج العالمي(y_{world}) لها خلال السنوات 2006 و2007 و2008. الأمر الذي يستدعي تنفيذ مقاربة استراتيجية تشمل الاستثمار في المجال الزراعي وتوفير مستلزمات الإنتاج الزراعي.

جدول (1). متوسط الإنتاجية للدراسة الحالية (Y)، متوسط الإنتاجية العالمية (Y_{world}) والاحتياجات المائية المحصولية (Et_c)، و مياه الري الكلية المحولة لغرض الري (DW)، والإنتاجية المائية المحصولية (WP_{FL})، و العائد النقدي لوحدة الحجم من المياه (WP_{BL}) وكفاءة استعمال الماء للمحاصيل المختلفة (WUE).

المحصول	Y (طن/هكتار)	Y_{world}* (طن/هكتار)	ET_C (م^3/هكتار)	DW (م^3/هكتار)	WP_{FL} (كجم/م^3)	WP_{BL} (دينار/م^3)	WUE (كجم/ م^3)
الشوفان (حبوب)	2.5	2.1	2600	6600	0.38	0.28	0.97
الشوفان (تبن)	5.8	البيانات غير متوفرة			0.88		2.23
الشعير(حبوب)	1.6	2.55	3300	6000	0.27	0.23	0.48
الشعير (تبن)	5.6	البيانات غير متوفرة			0.93		1.70
القمح (حبوب)	1.5	2.91	4000	6000	0.25	0.22	0.38
القمح (تبن)	4.6	البيانات غير متوفرة			0.77		1.14
الفول السوداني	2.5	1.59	6700	12600	0.20	0.40	0.38
البطاطس – ر**	13	17.4	6900	7800	1.67	1.25	1.88
البطاطس- خ**	11	17.4	4300	7500	1.47	1.13	2.61
الفول الأخضر	10	12.37	3900	7200	1.39	0.57	2.66
البصل الأخضر	12	17.96	3700	10500	1.14	0.53	3.37
البصل الجاف	13	19.03	5700	11400	1.14	0.52	2.32
الفلفل الأخضر	11.8	15.67	7250	11400	1.04	0.36	1.62
الكرنب	9	17.11	5000	8400	1.07	0.15	1.90
الخس	8	21.55	2500	11100	0.72	0.37	3.28
الكوسة	10.6	13.32	4300	8400	1.26	0.50	2.44
الدلاع	17	28.13	7750	14400	1.18	0.60	2.22

*تم تقدير متوسط الإنتاج العالمي بناءً على بيانات منظمة الأغذية والزراعة للسنوات 2006، 2007 و 2008 (FAO, 2015).

** ر = البطاطس الربيعية و خ= البطاطس الخريفية.

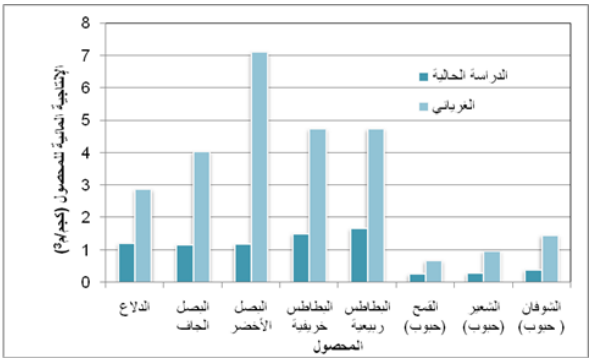
أما بالنسبة إلى بيانات متوسطات قيم معدل البخر نتح للمحاصيل المختلفة (الاحتياجات المائية المحصولية) فإنها تدل على ارتفاع تلك القيم لمحصول الدلاع، حيث يستهلك 7750م^3/ هكتاراً مقارنة بمحصول الشوفان الذي يحتاج إلى 2600 م^3/ هكتاراً.

كما تشير النتائج إلى ارتفاع الاحتياجات المائية لكل من الفلفل الأخضر والبطاطس والبصل الجاف. إن قيم البخر نتح للمحاصيل المختلفة في منطقة الدراسة تمكن من تمييز المحاصيل وفقاً لاستهلاكها المائي، ومن ثم يصبح بالإمكان مقارنتها مع تلك التي تنمو في نطاقات مناخية مختلفة. وما يلاحظ من مقارنة ما يتم ضخه لغرض ري المحاصيل (DW)، وما يستهلكه المحصول بالفعل والمتمثل في قيم البخر نتح، فإن الكميات الكبيرة من المياه يتم إضافتها بدون أن يستفيد منها المحصول ولا تشكل جزءا من احتياجاته.

حيث تراوحت تلك المفقودات بين قيمة قصوى تصل إلى 8600 م^3 في حالة محصول الخس، وقيمة صغرى تصل إلى 900 م^3 في حالة محصول البطاطس الربيعية. ويعتبر كل من

انخفاض كفاءة نظام الري بالإضافة إلى ارتفاع معدل الرشح للتربة أهم العوامل المساهمة في ضياع كميات كبيرة من المياه في الزراعات المروية ومن ثم تدني الإنتاجية في منطقة سهل الجفارة.

لقد تم حساب الإنتاجية المائية للمحصول على أساس الحقل (WP_{FL}) وفقا للمعادلة (1). تظهر النتائج الواردة بالجدول (1) انخفاض الإنتاجية المائية للمحاصيل بصورة عامة، وذلك مقارنة بالنتائج المتحصل عليها من دراسة (Alghariani, 2006) على نفس المنطقة، وذلك كما هو موضح بالشكل (4).



شكل (4). الإنتاجية المائية للمحصول (كجم/ م^3) حسب تقدير الدراسة الحالية ودراسة (Alghariani, 2006).

إن التباين بين نتائج الدراستين قد يعزى إلى تأثير اختلاف مصادر بياناتهما. حيث اعتمدت أغلب بيانات دراسة Alghariani على تقديرات تقرير الهيئة العامة للمياه (1999)، والذي تختلف فيه كل من قيم إنتاجية المحاصيل المختلفة وكذلك قيم احتياجات الري عن تلك المتحصل عليها من نتائج استبيان هذه الدراسة.

يوضح الجدول (1) متوسط الإنتاجية المائية للمحاصيل المختلفة على مستوى الحوض (WP_{BL}) والتي تعبر عن العائد النقدي لوحدة المياه المستهلكة (دينار/ م^3). تشير النتائج إلى أن أعلى عائد لوحدة المياه المستهلكة 1.25 و 1.13 ديناراً وذلك لمحصول البطاطس بعروتيه الربيعية والخريفية على التوالي. ومن الملاحظ ارتفاع عائد وحدة المياه المستهلكة لمحاصيل الخضر مقارنة بمحاصيل الحبوب. كما تشير النتائج إلى أهمية مساهمة الإنتاجية الثانوية (التبن) لمحاصيل الحبوب في زيادة العائد النقدي لوحدة الحجم من المياه.

حيث كانت قيمة العائد النقدي لوحدة الحجم من المياه للشوفان والشعير والقمح كحبوب 0.15، 0.10 و0.12 دينار/م^3 على التوالي.

بينما كان العائد النقدي لوحدة الحجم من المياه للناتج الثانوي للشوفان والشعير والقمح 0.13، 0.13 و0.10 دينار/م^3 على التوالي. إن أهمية تقدير عائد وحدة المياه يكمن في كونه معياراً يساعد على الاختيار الأمثل للمحاصيل ذات العائد النقدي المرتفع مقارنة بذات العائد النقدي المنخفض، مع الأخذ في الاعتبار تقديرات السوق والخاضعة لقوانين العرض والطلب.

كما أنه يمكن متخذي القرارات من وضع سياسات خاصة بتسعير مياه الري (Alghariani, 2006). تظهر نتائج كفاءة استعمال الماء (كجم/ متر^3) والمحسوبة من المعادلة (3) أن أقصى كفاءة استعمال الماء كانت لمحاصيل الخضروات كالبصل الأخضر والخس والفول الأخضر والبطاطس، حيث كانت قيمة كفاءة استعمال الماء 3.37، 3.2، 2.66، 2.61 كجم/ متر^3 على التوالي. إن المقارنة بين قيم الإنتاجية المائية للمحاصيل وكفاءة استعمال الماء وكليهما بوحدات (كجم/ م^3) تظهر ضياع كميات كبيرة من المياه لا يستفيد منها المحصول، وهو ما يشير إلى تدني كفاءة أنظمة الري المستعملة وإلى اتباع ممارسات زراعية غير مرشدة.

تظهر نتائج المقارنة بين قيم كفاءة استعمال الماء لبعض المحاصيل حسبما توصلت إليه الدراسة الحالية وبعض الدراسات الأخرى حول العالم جدول (2)، الإنخفاض الشديد لكفاءة استعمال المياه لأغلب المحاصيل الزراعية لمنطقة الدراسة مقارنة بغيرها من الدراسات الأخرى، فيما عدا الفلفل الأخضر. حيث أظهرت نتائج المقارنة ارتفاع كفاءة استعمال الماء في منطقة الدراسة عن غيرها في مناطق أخرى من العالم.

جدول (2). كفاءة استعمال الماء لبعض المحاصيل في منطقة الدراسة وبعض المناطق الأخرى في العالم.

المحصول	كفاءة استعمال الماء (كجم/م^3)		
	الدراسة الحالية	دراسات أخرى	
القمح	0.38	1.0-0.8	سوريا (Oweis and Hachum, 2001)
الفول السوداني	0.38	0.9	الهند (Tuong and Bouman, 2002)
البطاطس	2.61 -1.88	11.6-6.2	يوتا – أمريكا (Wright and Stark, 1990)
الدلاع	2.22	14.3-2.7	ايران (Rashidi and Golami, 2008)
الفلفل الأخضر	1.62	1.25	غانا (Abdul-Ganiyu et al., 2012)
الشعير	0.48	5.1-0.60	ايران (Montazar and Kosari, 2007)
الكرنب	1.90	9.29	لبنان (Nimah et al., 2006)
الخس	3.28	7.82	اليونان (Karamanos et al., 2007)

الخلاصة

يعتبر سهل الجفارة أحد أهم المناطق الزراعية المروية في ليبيا. التي شهدت استنزافاً هائلاً ومستمراً للمياه الجوفية، والتي تعتبر المورد المائي الرئيس والوحيد للمنطقة. يمثل نقص البيانات والمعلومات التي تبحث في قضايا الاستهلاك المائي أهم العوائق التي تواجه متخذي القرار والمشرعين والمزارعين في العمل على الاستثمار الأمثل للمياه في الأغراض الزراعية.

لهذا أصبح من المفيد إجراء دراسة تهدف إلى فحص التباين بين المحاصيل المختلفة في نمط استهلاكها المائي والممثلة بالاحتياجات المائية للمحصول، ومعرفة إنتاجيتها المائية والعائد النقدي الناتج عن استهلاك المحاصيل المختلفة للماء، بالإضافة إلى تقدير كفاءة استعمال الماء لتلك المحاصيل. أظهرت هذه الدراسة التباين الكبير في نمط الاستهلاك المائي للمحاصيل، حيث تراوحت الاحتياجات المائية للمحاصيل بين 7750 (م^3/ هكتار) لمحصول الدلاع و 2500 (م^3/ هكتار) لمحصول الخس، كما تباينت المحاصيل المختلفة في مؤشرات الاستهلاك المائي بين المحاصيل المختلفة. فبالنسبة لمؤشر الإنتاجية المائية للمحصول (كجم/م^3) فقد كانت إنتاجية وحدة الحجم من المياه المحولة من المصدر المائي إلى المحصول تتراوح بين 1.67 (كجم/ م^3) لمحصول البطاطس الربيعية و 0.20 (كجم/ م^3) لمحصول الفول السوداني. وتعتبر الإنتاجية المائية للمحصول متدنية عموما إذا ما قورنت بدراسة (Alghariani, 2006). كما أشارت النتائج إلى أن أقصى عائد نقدي لوحدة الحجم من المياه المحولة من المصدر المائي إلى المحصول (دينار/ م^3)، والتي يمثل الأهمية الاقتصادية لوحدة الحجم من المياه، كان لمحصول البطاطس الربيعية 1.25 (دينار/ م^3)، فيما وجد أن محصول الكرنب حقق أدنى عائد نقدي لوحدة الحجم من المياه بقيمة 0.15 (دينار/ م^3).

أما بالنسبة لمؤشر كفاءة استعمال الماء فلقد تراوحت قيمته بين 3.37 (كجم/ م^3) لمحصول البصل الأخضر و0.38 (كجم/ م^3)، وذلك لمحصولي القمح والفول السوداني.

وعلى كل فإن كفاءة استعمال المياه لكافة المحاصيل منخفضة القيمة مقارنة بالنتائج المتحصل عليها من دراسات عالمية سابقة.

توصي الدراسة بالعمل على تحسين قيم مؤشرات الاستهلاك المائي وذلك عبر مجموعة من التدابير والتي تشمل:

أ. تحسين الإنتاجية القابلة للتسويق لكل وحدة مياه مستهلكة من المحصول. وذلك عبر الرفع من مؤشرات الإنتاجية، وتقليل معدلات النتح وتخفيض فترة نمو المحصول، بالإضافة إلى تحسين إدارة الري بحيث يتم إضافة المياه بالتزامن مع الاحتياجات المائية للمحصول والتحول نحو زراعة المحاصيل ذات القيمة العالية، وجدولة زراعة المحاصيل بحيث تتناسب والمواسم منخفضة البخر مع إمكانية اللجوء إلى استخدام تقنية الري الناقص.

ب. تخفيض الاستهلاك المائي غير النفعي الناشئ عن الظروف المناخية والتدفقات المائية خارج نطاق الزراعات المروية. ويتأتى ذلك عبر إحداث تغييرات جوهرية في إدارة المحاصيل والتربة والمياه والتي تشمل التوسع في أبحاث الهندسة الوراثية لتطوير أنواع محاصيل ذات إنتاجية أعلى وأكثر تحمّلاً للجفاف وتحسين كفاءة أنظمة الري وتفعيل استخدام مياه الأمطار والمياه الأقلّ جودة وتحسين القدرة على إدارة مستدامة للموارد المائية عن طريق تطبيق مفهوم المياه الافتراضية (المياه المحملة مع السلع).

ج. تعزيز فعالية استخدام مياه الأمطار، والمياه ذات الجودة الهامشية والمياه المخزنة في نطاق الزراعات المروية. بالإضافة إلى العمل على التوسع في تقنيات حصاد مياه الأمطار واستخدام الري التكميلي، بالإضافة إلى إدارة المحاصيل بصورة فعالة لمقاومة تأثيرات الملوحة وللحد من آثار الجفاف.

وعلى الرغم من أهمية النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة الاستقصائية إلا إنها تظهر أهمية إجراء العديد من الدراسات الحقلية المحلية التي تمكن من فهم أوسع وأشمل للعلاقات المائية للمحاصيل والبحث في اقتصادياتها.

شكر وتقدير

يتقدم المؤلفان بجزيل الشكر للدكتور مختار محمود العالم على مساعدته القيمة في إعداد خريطة منطقة سهل الجفارة.

المراجع

الغرياني، سعد أحمد. 2010. تقرير حول الوضع القائم لإدارة الري الزراعي في المنطقة الغربية والمنطقة الوسطى لليبيا. ورشة عمل حول نظم وإدارة مياه الري بليبيا. مركز البحوث الزراعية والحيوانية بليبيا. طرابلس- ليبيا، صفحة 1-17.

الفيتوري، ليلى ميلود. 2008. تحديد الاحتياجات المائية لبعض المحاصيل الزراعية في ليبيا. رسالة ماجستير، جامعة طرابلس، طرابلس – ليبيا، 136 صفحة.

المنتصر، جمعة المحظي. 2009. التركيب المحصولي المناسب في ضوء الاحتياجات المائية المتاحة بالمنطقة الغربية للشريط الساحلي لليبيا. رسالة ماجستير، جامعة طرابلس، طرابلس- ليبيا 167صفحة.

الهيئة العامة للمياه. 1999. تقرير عن الاحتياجات المحصولية للمزروعات الأكثر أهمية في ليبيا. الإدارة العامة للري والصرف. طرابلس- ليبيا ، 313 صفحة.

الهيئة العامة للمياه. 2006. تقرير عن الوضع المائي بليبيا. طرابلس- ليبيا، 75 صفحة.

بن محمود، خالد رمضان. 1995. الترب الليبية تكوينها- تصنيفها- خواصها - إمكانياتها الزراعية. منشورات الهيئة القومية للبحث العلمي. طرابلس- ليبيا ، 615 صفحة.

Abdul-Ganiyu, S., Amaanatu, M.K. and Korese, J. K. 2012. Crop water use and productivity for pepper (*Capsicum frutescens*) production in

Karamanos, A., Aggelides, S. and Londra, P. 2007. Water use efficiency and water productivity in Greece. In: Proceedings of 4th WASAMED Workshop on Water Use Efficiency and Water Productivity 2007, Amman, Jordan, pp. 92- 100.

Lamaddalena, N., Shatanawi, M., Todorovic, M., Bogliotti, C. and Albrizio, R. 2007. Introduction of water use efficiency and water productivity. water use efficiency and water productivity In: Proceedings of 4th WASAMED Workshop 2005, Amman, Jordan, pp. 5-6.

Molden, D. 1997. Report on accounting for water use and productivity. SWIM, International Irrigation Management Institute, Colombo, Sri Lanka, pp.16.

Molden, D. and Sakthivadivel, J. 1999. Water accounting to assess uses and productivity of water. International Journal of Water Resources Development, 155 (1): 55-71.

Montazar, A. and Kosari, H. 2007. Water productivity analysis of some irrigated crops in Iran. In: Proceedings of CIHEAM on Water Saving in Mediterranean Agriculture and Future Research Needs 2007, Bari, 1: 109 - 120.

Nimah. M. M., Moukarzel S. N., Darwish. M. R,. Farajalla N. and Bashour L. 2006. Water productivity a basic tool for sustainable irrigation. Transactions of Wessex Institute of Technology- Ecology and the Environment. 96:127-136.

the bontanga irrigation scheme of northern region of Ghana. International Journal of Agricultural Science and Bioresource Engineering Research, 1 (2): 43-50.

Alghariani, S. A., 2006. Reducing agricultural demand in Libya through improving water use efficiency and cropwater productivity. In: AARINENA water use efficiency network proceedings of the expert consultation meeting ICARDA 2006, Aleppo, Syria, pp. 118- 126.

FAO, 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nation, FAOSTAT database(FAOSTAT, 2015) available at http://faostat.fao.org.

Gregory, P. J. 1991. Concepts of water use efficiency. In: proceeding in an International workshop on soil and crop management for improved water Use efficiency in rainfed areas 1989, Ankara, Turkey, pp. 9- 20.

Hanson, B. and May, D. 2006. Evapotranspiration, yield, crop coefficients, and water use efficiency of drip and furrow irrigated processing tomatoes. In: Proceedings of First International Conference on Sustainable Irrigation Management, Technologies and Policies 2006, Bolonga, Italy, pp. 31- 35.

Hochman, Z., Holzworth, D. and Hunt, J.R. 2009. Potential to improve on-farm wheat yield and WUE in Australia. Journal of Crop and Pasture Science, 60: 708-716.

Oweis, T. and Hachum. A. 2001. Reducing peak supplemental irrigation demand by extending sowing dates. Agricultural Water Management, 50: 109–123.

Playan, E. and Mateos, L. 2006. Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. Agricultural Water Management, 80: 100–116.

Rashidi, M. and Gholami, M. 2008. Review of crop water productivity values for tomato, melon, watermelon and cantaloupe in Iran. International. Journal of Agriculture, Biology, 10: 432-436.

Rosegrant, M.W., Cai, X. and Cline, S. 2002. Report on global water outlook to 2025: Averting an impending crisis. Food Policy International Food Policy Research Institute, Washington D.C., pp. 36.

Sinclair, T.R., Tanner, C.B. and Bennett, J.M. 1984. Water use efficiency in crop production. Journal of Bioscience, 34: 40-60.

Tanner, C.B. and Sinclair. T.R. 1983. Efficient water use in crop production: Research or re-search. In: H.M. Taylor et al. (Eds.), Limitations to efficient water use in crop production. ASA. Pub., Madison, pp. 1–27.

Tuong, T.P. and Bouman, B.A.M. 2002. Rice production in water-scarce environments, in Kijne et al.(Eds.), The Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Series. CABI. Pub., Wallingford, 13-42 pp.

Wright, J.L. and Stark, J.C. 1990. Potato. In: Stewart et al. (Eds.), Irrigation of Agricultural Crops - Agronomy. ASA. Pub., Madison: American Society Agronomy, 859 -888 pp.

Yang, H., Wang L., Abbaspour, K. and Zehnder, A. 2006. Virtual water and the need for greater attention to rainfed agriculture. The International Water Association Magazine, 2:14–15.

THE LIBYAN JOURNAL OF AGRICULTURE
Volume (20), No. (1-2), 2015: 84-95

Water consumption indicators for some crops in Northwest of Libya

Ahmed Ibrahim Ekhmaj[1,*] and Jomaa Elmahdhi Almuntaser[2]

[1]Soil and Water Department- University of Tripoli - Tripoli - Libya

[2]Zawia University - Zawia- Libya

ABSTRACT

Because of its environmental features, most Libyan people live along the coastline of the western region. Agriculture sector represents one of the most common aspects of human activity where the convergence of irrigated areas in that region is about half the irrigated areas in Libya. The sector consumes about 80% of the available water resources in the region causing, in turn, deterioration of their quality and quantity, threatening the sustainability activities of human and water-dependent ecosystems. The study provides valuable indicators to assess the water consumption of some agricultural crops. It is essentially based on analysis of questionnaire data which was conducted during 2007. The questionnaire which targeted some private farms, covers an area of coastline stretching from the city of Misrata in the east to the city of Sabratha in the west with maximum distance of 40 kilometers towards the south. The crops which was subjected for analysis were beans (green), autumn and spring potatoes, cauliflowers, green and dry onions, green pepper, watermelon, lettuce, wheat, barley and oat. Water use efficiency and water crop and monetary productivity were calculated and essentially used as indicators for water consumption assessment. The results showed the deterioration of mentioned indicator values, for most crops, which gives indications of inadequate use of water resources and low economic returns.

Key Words: Jafarh plain, Crop water productivity, Water use efficiency, Evapotranspiration.

***Corresponding Author:** Ahmed Ibrahim Ekhmaj. Soil and Water Dep.- Fac. of Agric.- University of Tripoli - Libya.
Phone.+218926577440. e-mail: khmaj1@yahoo.com

Received: 28/9/2015 Accepted: 01/12/2015