الباب الأول

أزمة الماء العالمية

مصادر ماء الأرض

قبل الحديث عن أزمة الماء العالمية يجدر التعرف على بعض المقاييس التى تستخدم لتوضيح العلاقة بين السطح المائى وسطح اليابس وكذلك إنتاج المحاصيل ووحدات القياس وهى كالتالى:

١. واحد كم^{٣} = واحد مليار م^{٣} من الماء= واحد مليار طن من الماء.

٢. واحد م^{٣} من الماء= واحد ألف كم= واحد طن من الماء.

٣. واحد جيجالتر= واحد مليار لتر= واحد مليون م^{٣}= واحد مليون طن ماء.

٤. واحد كم^{٢}= ١٠٠ هكتار= ٢٤٧ آيكر= ٠,٣٨٦ ميل^{٢} .

٥. واحد هكتار= ١٠ آلاف م^{٢}= ٢,٤٧ آيكر=٢,٣٨ فدان= ٠,٠٠٤ ميل^{٢}

يتكون سطح الكرة الأرضية من سطح اليابس والسطح المائى. تبلغ مساحة السطح الكلى للأرض١٩٧ مليون ميل مربع (٥١٠,٣٦٢٦٩ مليون كم^{٢})، بينما تصل مساحة السطح المائى ١٤١ مليون ميل مربع من الماء (٣٦٥,٢٨٤٩٧مليون كم^{٢}) بنسبة تصل الى ٧٥,٥٧% من المساحة الكلية للكرة الأرضية ومساحة سطح اليابس ٥٦ مليون ميل مربع (١٤٥مليون كم^{٢}) بنسبة تصل إلى ٢٩% من سطح الأرض (مرسى ونورالدين ١٩٧٧).

obeikandi.com

إن كان الماء يغطى سطحاً واسعاً من الأرض فإنه كذلك يتعمق بالأرض بمقدار كبير وتختلف أعماق الماء فى المحيطات إلا أنها تبلغ فى المتوسط نحو ١٣ ألف قدم. يغطى الثلج جزءً كبيراً من سطح الأرض يبلغ ٥,٦ مليون ميل مربع (١٤,٥ مليون كم^{٢}) أو نحو ١/١٠ مساحة سطح اليابس. ويوجد الثلج بصورة دائمة فى القطبين وبالقرب منهما وعلى الجبال المرتفعة بالمناطق المختلفة من العالم. ويوجد قدر كبير من الثلج بالعالم وإذا قدر لهذا الثلج أن يذوب لارتفع سطح الماء عن سطح البحر بمقدار يتراوح ما بين ٤٨- ٦٠ متر.

صور الماء فى الطبيعة

تتعدد صور الماء فى الطبيعة فتوجد فى صورة صلبة كما فى ثلج قمم المرتفعات وعند سطح البحر أو بالقرب منه فى المنطقتين القطبيتين وبالقرب منهما، وفى صورة سائلة فى الأنهار والمحيطات وطبقات الأرض والكائنات الحية، وفى صورة غازيه كما هو الحال فى بخار الماء الموجود فى الطبقات السفلى والعليا من سطح الأرض.

دورات الماء فى الطبيعة

يتحول الماء من صورة الى أخرى ويظل مقداره ثابتا، ينصهر الثلج ويتحول إلى ماء ويتبخر الماء ويتصاعد فى صورة بخار ماء بالجو ولا يلبث أن يتكاثف البخار ليعود الى الأرض فى صورة مطر أو برد أو ثلج لتبدأ دورة الماء من جديد وهكذا.

تتصاعد كميات كبيرة من بخار الماء الى الجو إذ يبلغ مقدار الماء المتبخر من سطح الأرض والذى يبلغ سطحه المائى ١٤١مليون ميل مربع قدرا يزيد عن ٣٦٠ مليار طن من الماء فى الساعة، وتتكون السحب من بخار الماء المتصاعد، ولا يلبث أن يتكثف الماء بمقابلة السحب لجسم بارد فيسقط الماء. وقد يستقر الماء حيث يسقط ثم يتبخر فى الجو وهكذا تتم دورة الماء فى فترة قصيرة وتسمى دورة الماء القصيرة.

أما دورة الماء الطويلة فينحدر الماء الساقط على منحدر إلى أدنى مستوى يحده ويسير الماء الذى قدر له أن يتخلل طبقات الأرض فى رحلة قد تقصر أو تطول حسب ما يتعرض له من ظروف فقد تكون قصيرة إذا امتصته جذور النباتات حيث تفقد النباتات الماء سريعا بالنتح والتبخير، وقد تطول الرحلة إذا نفذ الماء خلال طبقات

الأرض الى طبقات مسامية حيث يجرى أفقيا عليها ويختلف طول الرحلة فقد تمتد لمئات الأميال قبل أن يأخذ الماء طريقه إلى سطح الأرض فى عيون وينابيع وقد يستقر الماء فى طبقات الأرض الى ماشاء الله له وتسمى حينئذ بدورة الماء الطويلة.

ويهتم المشتغلون بالزراعة بدورة المطر السنوى لأهمية هذا الماء فى الإنتاج الزراعى ويبلغ مقدار ماء المطر السنوى بالعالم نحو ٨٩ مليون قدم/ايكر. ويبلغ مقدار المطر السنوى نحو ٧,٥ أمثال محتوى الرطوبة بالغلاف الجوى ونحو ١٣,٥ أمثال مقدار الماء المخزن بالأرض (مرسى ونورالدين ١٩٧٧).

كمية الماء بالعالم

تقدر كمية الماء بالعالم بما فى ذلك المياه الجوفية على عمق ١٢,٥ ألف قدم من سطح الأرض بنحو ١٦٥ ترليون ($١٦٥x١٢^{١٠}$) قدم/أيكر. وتبلغ نسبة الماء بالمحيطات والبحار نحو ٩٣% من هذا المقدار. ومعظم المياه بالعالم مالحة وتختلف الملوحة فى المحيطات إذ تتراوح من ٣٢ فى المناطق القطبية إلى أكثر من ٤٠ فى الألف فى البحر الأحمر. ولا يشكل الماء العذب الصالح للزراعة سوى نسبة قليلة من مقدار الماء بالعالم إذ تبلغ نسبة الماء العذب نحو ٧% يتوزع بمقدار ٥% كماء أرضى، ٢% فى الثلج القطبى والثلاجات من مقدار الماء بالعالم. يتصاعد نحو ٤/٥ مقدار الماء الساقط على سطح الأرض الى الغلاف الجوى فى عملية التبخير والنتح ويتدفق الخمس الباقى فى أنهار على سطح الأرض باستثناء كميات قليلة نسبيا من الماء تحتفظ بها الأرض.

وهذه الأرقام تميل الى التغير تبعا للاكتشافات الحديثة مثل حجم المسطحات المائية والماء المرتبط فى أعماق الصخور العميقة وتأثيرات التغيرات المناخية على ذوبان الجليد بالثلاجات والقطب الشمالى والجنوبى وما يعرف ببصمة الماء.

لقد ذكر كل من Mekonnen and Hoekstra (2011) فى دراسة عن كمية الماء بالعالم فى الفترة الممتدة من ١٩٩٦- ٢٠٠٥ ممثلة فى بصمة الأنواع المختلفة من الماء (الأخضر، الأزرق والرمادى) بلوغها ٧٤٠٤ جيجا $م^{٣}$ /سنة وأن أكبر نسبة كانت لبصمة الماء الأخضر (الأمطار) حيث وصلت الى ٧٨% ولبصمة الماء الأزرق (الماء السطحى أو الجوفى) ١٢% والتى تمد الزراعة بالرى الصناعى وهو المصدر

الوحيد تقريبا حيث ندرة تساقط الأمطار بالمناطق الجافة وشبه الجافة كما هو الحال بمصر، وبصمة الماء الرمادى التى تبلغ ١٠% وهو الماء الذى يستخدم فى التخلص من ملوثات بقايا التسميد النيتروجينى (لم يأخذ فى اعتباره ملوثات بقايا أسمدة المحاصيل الأخرى والمبيدات).

تتكاتف جميع الموارد الطبيعية الموجودة على سطح الكرة الأرضية وفى أعماق البحار والمحيطات للإبقاء على الحياة فى الكرة الأرضية متمثلة فى الأشعة الضوئية والغازات الكثيفة أعلى وأسفل الغلاف الجوى والتى تذوب فى الماء للحفاظ على الحياة المائية مثل الأكسجين الذى يستخدم فى التنفس الهوائى و ثانى أكسيد الكربون الذى يستخدم فى عملية التمثيل الضوئى، وغاز النيتروجين والذى يوجد كأعلى نسبة غاز فى الهواء الجوى ويثبت فى التربة فى صورة نترات بواسطة الكائنات الحية الدقيقة بالإضافة الى العناصر الصغرى والكبرى التى يحتاج لها النبات والحيوان مثل عنصر المغنسيوم الذى يقوم بامتصاص الأشعة الشمسية فى عملية التمثيل الضوئى وكذلك عنصر الحديد والذى يدخل فى جزىء الهيموجلوبين بدم الثدييات والذى ينقل الأكسجين لخلايا الجسم. وتستمد الكائنات الحية الدقيقة التى تعيش مع النباتات أسفل سطح التربه الحياة من خلال المصادر الطبيعية كالضوء والهواء ومن التربة بالإضافة إلى التغذية الذاتية بتدوير المخلفات وبقايا الكائنات الحية والميتة للحصول على الكربون والنيتروجين والفسفور وغيرها من العناصر الأخرى.

وبالنظر للبحار والمحيطات نجد أن الأسماك وغيرها من اللافقريات يمكنها أن تعيش على أعماق بعيدة من السطح يصل عمقها الى إحدى عشر كيلومتر، تعتمد فى حياتها على عملية التمثيل الضوئى التى تتم فى أنسجة البلانكتون الموجودة على قمة المسطحات المائية. وتنتقل الكائنات الحية الدقيقة وجراثيمها من خلال انسياب الماء بالأرض والبحار والمحيطات إلى أماكن بعيدة للغاية.

أبعاد الأزمة العالمية للماء

إن الأزمة العالمية للماء قد وصلت الى أبعاد خطيرة على المستوى العالمى إلى الحد الذى بدأ يشعر به الإنسان فى منزله حيث قلت المياه التى يحصل عليها العديد من البشر فى الكثير من البلدان، مما دعى المتخصصون الى التفكير والدراسة للخروج من هذه الأزمة مع التركيز على المياه العذبة على وجه الخصوص.

ولقد ذكر Glcick (2000) زيادة معدل سحب الماء العذب بحوالى سبعة أضعاف خلال القرن الماضى ومن المتوقع استمرار الزيادة فى سحب الماء العذب بزيادة تطور العادات الغذائية واستمرار الزيادة السكانية خلال العقود التالية (Liu et al, 2008) مما سيؤدى إلى استعمال المزيد من الماء العذب ولقد ذكر Perry (2007) أن المقصود هنا بالماء المستهلك من الماء العذب الذى تم استعماله فى فترة زمنية معينة من حوض من أحواض الأنهار والذى يشير الى عدم قابليته للاستفادة مرة أخرى بعد استعماله لأغراض مختلفة لفقده فى عملية البخر. ولقد أضاف أن الماء المستخدم فى قطاع الزراعة يستهلك ٨٥% من استهلاك الماء العذب للكرة الأرضية.

لقد بلغ تعداد سكان الأرض فى وقتنا المعاصر (٢٠١١) حوالى سبعة مليارات من البشر، ٤٠% من تعدادهم يعانون من أزمة حادة فى المياه متوقع زيادتها عن ذلك فى المنظور القريب. إن أكثر من مليار من البشر لايتوافر لهم القدر الكافى من المياه، وأكثر من ٢,٥ مليار لا تتوافر لديهم المياه الصحية غير الملوثة والتى تسبب لهم ملايين الأمراض والتى تكون سببا فى وفيات آلاف الأطفال كل عام.

إن ملايين الأجناس من البشر والتى تعيش على سطح الكرة الأرضية لها الحق فى الحصول على المياه العذبة والنقية من تلك المياه الموجودة على سطح الكرة الأرضية بكميات كافية من المصادر الطبيعية كالبحيرات والأنهار والسحب وغيرها.

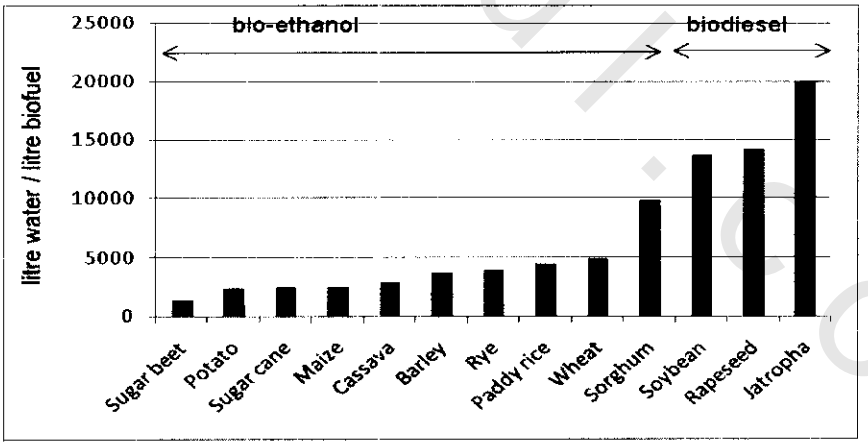
يستخدم البشر أكثر من ٣ آلاف كم^3 من المياه العذبة سنويا (٣ تريليون م^3 من الماء حيث كم^3= مليار م^3 من الماء)، هذا القدر من المياه يساوى ضعفى حجم المياه الموجود فى بحيرة أونتاريو. وبتزايد الطلب على الماء العذب فإن الإمداد المائى سيتضائل الى أن يصل الى ثلث ماهو عليه الآن وبذلك سيزداد التنافس عليه وتكون الغلبة للأقوى والأغنى فى السيطرة على ماء الأرض.

نصيب القطاعات المختلفة من المياه

يأخذ قطاع الزراعة نصيباً كبيراً من المياه العذبة حيث تبلغ نسبته ٧٠- ٨٥% من مجموع المياه العذبة المستعملة وهذه النسبة تتزايد باستمرار التوسع الزراعى والزيادة السكانية. ويزداد نصيب القطاع الصناعى باستمرار حيث من المتوقع أن تصل نسبته إلى ٢٥% من مجموع حجم المياه العذبة بالعالم بحلول عام ٢٠٢٥ بما

سيؤدى إلى صعوبة وجود قدر كاف للاستهلاك الآدمى بالمدن حيث يعيش حاليا نصف تعداد سكان الأرض، والمتوقع أن تصل هذه النسبة الى٢/٣ تعداد سكان العالم بحلول عام ٢٠٥٠. إن رجال الأعمال والأغنياء من البشر وعلى الأخص حين تزاوج رأس المال مع السلطة تكون لهم الغلبة فى الجور على حقوق الآخرين من المصادر الطبيعية وغيرها مما يؤدى الى استهلاك المياه المحدودة فى المنتجعات السياحية وفى ملاعب الجولف التى تستهلك كميات كبيرة من المياه العذبة المحدودة ويؤثر على حياة وصحة غيرهم، وتكون النتيجة وضع فى غاية الحرج بأماكن كثيرة ويحمل فى طياته الكثير من الأخطار. حتى بفرض عدم حدوث التغيرات المناخية التى ستؤدى إلى إحداث أضرار أكثر من ذلك بكثير.

والمشكلة الحالية الآن والتى ستؤدى الى التأثير الكارثى على كميات إنتاج المحاصيل الزراعية هو استمرار ارتفاع أسعار برميل البترول مما أدى إلى اتجاه الدول الكبرى بدلاً من تصدير الفائض من المحاصيل الإستراتيجية إلى الدول التى تعانى من عدم الاكتفاء الذاتى من هذه المحاصيل إلى استخدامها فى إنتاج الوقود الحيوى الذى يساهم إنتاجه بقدر أكبر فى استهلاك الماء المحدود بالإضافة إلى تفاقم أزمة الغذاء العالمى. ويوضح شكل (١-١) كمية المياه التى يتم استخدامها فى صورة بصمة مائية محسوبة باللتر لإنتاج لتر واحد من الوقود الحيوى من بعض المحاصيل سواء كان ذلك فى صورة إيثانول حيوى أو ديزل حيوى.



شكل (١-١): كمية المياه المستخدمة فى صورة بصمة مائية محسوبة باللتر لإنتاج لتر واحد من الوقود الحيوى من محاصيل مختلفة

يتضح من الشكل أن محاصيل الشعير والراى والأرز البادى Paddy rice والقمح تستهلك نفس كمية الماء تقريبا لإنتاج الوقود الحيوى وتصبح الأفضلية للأرخص فى الإنتاج ويستبعد القمح لأهميته فى الغذاء العالمى. وتستهلك محاصيل البطاطس وقصب السكر والذرة الشامية كميات قليلة من الماء لإنتاج كميات قليلة أيضا من الوقود الحيوى، على حين أن الذرة الرفيعة وفول الصويا والشلجم والجاتروفا تنتج الوقود الحيوى باستهلاك قدر مرتفع من الماء ولا شك أن ذلك يوضح بجلاء خطورة استخدام المحاصيل الغذائية واستهلاك الماء فى إنتاج الوقود الحيوى.

تلوث المياه العذبة

يعتبر تلوث المياه من الأمور الشديدة الخطورة على استخدام وكمية المياه العذبة حيث يؤدى سوء إدارتها فى العديد من البلدان إلى تحويلها إلى مياه غير صالحة للاستخدام الآدمى ولا حتى الاستخدام الزراعى، فقد تتداخل المياه المالحة مع إمدادات المياه العذبة الثمينة للمياه الجوفية فى المناطق المتاخمة لشواطىء البحار والمحيطات عند سحب كميات زائدة من المياه الجوفية أكثر مما ينبغى، وقد يحدث التلوث نتيجة لعمليات حفر الآبار فى الصخور الملوثة بعناصر الزرنيخ أو الفلور أو بتراكم الأملاح بالتربة نتيجة لعمليات الرى غير المصاحبة بعمليات الصرف الجيد مما يؤدى إلى رفع مستوى الماء الأرضى وزيادة عمليات البخر من سطح التربة وعلى الأخص فى المناطق الجافة وشبه الجافة مما يزيد من فاتورة بصمة الماء الرمادى. وقد يتم إلقاء مياه الصرف الزراعى فى الأنهار والتى تحتوى على بقايا الأسمدة والمبيدات والكائنات الحية أو مخلفات الصرف الصحى أو إلقاء الحيوانات النافقه فى الأنهار.

يتكون النظام البيئى من المزارع، الحدائق، النباتات، الغابات، البحار والمحيطات لذلك فإن إدارة المزارع والغابات والحياة البرية والمزارع السمكية والشعاب المرجانية وغيرها تدخل أساسا فى إدارة النظم البيئية. لذلك فإن الملامح الأساسية للبيئة تتضمن قدرتها على الاستجابة بمرونة للظروف الجديدة التى تطرأ عليها نتيجة للتغيرات المناخية والمتطلبات الجديدة للإنسان مساوية فى الأهمية لقدرتها على الاستشفاء من الإجهادات والصدمات البيئية مثل الجفاف، الفيضان، التلوث، الحروب والنيران.

بالإضافة إلى قدرتها على الإمداد بالمنتجات والبضائع والخدمات البيئية ويعتبر الإمداد بالماء ومدى نقاوته وإستمراريته أكثر هذه العوامل حيوية.

وتتضمن إدارة المزارع عمليات تلقيح النباتات وعمليات المقاومة الحيوية للآفات وتربية وإنماء وتغذية وإيواء الأسماك فى الأماكن الطبيعية والمزارع السمكية أثناء عملية التربية. لذلك فإن النظم البيئية السليمة والصحية تعتمد أساسا على الإمداد بالماء النقى العذب، من هنا فقد كانت إساءة استعمال الماء لعشرات من السنين سببا فى حدوث أزمة ندرة المياه وتوزيعها وجودتها الآن بجميع أنحاء العالم.

أثر التغيرات المناخية على الموارد المائية

يتميز كوكب الأرض ببرودة درجة حرارته ويؤدى التوازن بين طاقة الشمس الساقطة والطاقة المنبعثة من العمليات الكيمائية والطبيعية إلى رفع درجة حرارتها أو زيادة برودتها. ويتم ذلك من خلال دورات مناخية متعاقبة طويلة خلال عقود تاريخية طويلة متعاقبة إلا أن نشاط الإنسان على سطح الكرة الأرضية قد أدى إلى حدوث خلل فى منظومة هذه الدورات تبعه رفع درجة حرارة الأرض خلال الثلاثين عاما الماضية من خلال ما يعرف بظاهرة الاحتباس الحرارى وفيها تزداد الغازات الحابسة للحرارة بالجو مما يعمل على تكوين غلاف من هذه الغازات حول الأرض يشبه الصوبة. هذه الغازات تتميز بالقدرة العالية على امتصاص الحرارة المنعكسة من الأرض والاحتفاظ بها لفترة طويلة ثم رجوعها مرة أخرى للأرض مما يعمل على رفع درجة حرارتها، وبعد غروب الشمس ينطلق جزء من الحرارة التى اكتسبتها الأرض من الشمس على صورة أشعة تحت حمراء. ويجدر القول أن هذه الظاهرة طبيعية وبدونها تنخفض درجة حرارة الأرض إلى الحد الذى لا يمكن من الحياة على سطحها.

ونتيجة للأنشطة الإنسانية المتعددة وتدخل الإنسان بسلوكه المدمر للبيئة بحرق الوقود الأحفورى وإزالة الغابات الاستوائية وحرق الكتلة البيولوجية مثل الأشجار والنباتات والمخلفات الحيوانية والتفاعلات الميكروبية فى المياه والتربة والأنشطة الصناعية وغيرها فقد تسبب ذلك فى زيادة تركيز الغازات الحابسة للحرارة فى الجو بالدرجة التى أحدثت تغييراً فى نظام دورة المناخ فى العالم مثل ثانى أكسيد الكربون، الميثان، أكسيد النيتروز، الهيدروكلوروفلوروكربونات، البيروفلوروكربونات، سادس

فلوريد الكبريت بالإضافة الى مجموعة الغازات المؤدية إلى تآكل طبقة الأوزون التى تحمى الأرض من الأشعة فوق البنفسجية.

وتعتبر مصر من أكثر دول العالم تضرراً من التغيرات المناخية رغما عن أن انبعاث غازات الاحتباس الحرارى لا يمثل فيها سوى ٠,٥٧% من إجمالى إنبعاثات العالم.

ولما كانت هذه الظاهرة تؤثر على التنوع البيولوجى والزراعة وهطول الأمطار وارتفاع أسطح البحار وغرق البلدان الجزرية والدلتاوات لذلك فقد تم رصد بعض الظواهر المتعلقة بهذه الظاهرة فى مصر فيما يلى:

١ - ارتفاع سطح البحر: إن المناطق الساحلية هى أكثر المناطق تأثراً حيث أن ارتفاع سطح البحر من المتوقع زيادته بمقدار يتراوح مابين ٢٥-١١٠ سم خلال القرن الحالى وفى حالة زيادته الى ما يتراوح بين ١٠٠-٢٠٠ سم فسيتم تدمير ٢٥% من مساحة الأرض الزراعية فى الدلتا وهجرة ٨ مليون من البشر، وكذا هبوط الأرض Land Subsidence وقد تم قياسها على مدى حوالى الخمسة عقود الماضية حيث وجد أنها حوالى ٢ مم/عام بالإسكندرية، ٤ مم/عام فى بورسعيد، وتآكل الشواطئ Coastal Erosion والتى تنتج من إزاحة الرمال تدريجيا من إحدى المناطق وترسيبها فى منطقة أخرى، وقد زاد معدل هذه الظاهرة بعد إنشاء السد العالى. وأكثر المناطق تأثراً هى محافظات الإسكندرية والبحيرة ومنطقة جنوب بحيرة البرلس وجنوب بحيرة المنزلة، وينتج عن ذلك تغلغل المياه المالحة وارتفاع منسوب المياه الجوفية وامتداد تملح الأراضى وتطبيلها وفقدان إنتاجيتها تدريجيا.

٢ - مصادر المياه: تعتمد مصر فى مصادرها على نهر النيل، المياه الجوفية الموجودة أسفل الدلتا والوادى وصحراء سيناء والصحراء الشرقية والصحراء الغربية، والأمطار القليلة التى تتساقط على الساحل الشمالى ويعتبر نهر النيل المصدر الرئيسى للمياه فى مصر حيث يمثل ٩٥% من مصادر المياه (٥٥,٥ مليار م^3 سنويا) وتستهلك الزراعة حوالى ٨٠,٦% من مصادر المياه وتمثل أمطار الحبشة الجزء الأكبر من مصادر نهر النيل حيث تبلغ حوالى ٨٥% بينما تمثل أمطار البحيرات الاستوائية ١٥% من هذه المياه. ورغما عن عدم دقة نماذج

الدورات الكونية فى التنبؤ بكمية المياه فى حوض النيل إلا أن المؤشرات تدل على خطورة النقص المتوقع نتيجة لتغير درجات الحرارة فى الحوض حيث سيؤدى ارتفاع درجة الحرارة الى زيادة عمليات البخر وبالتالى الضغط على موارد مياه الزراعة والصناعة والاستخدام الآدمى، وتغير معدلات وأماكن سقوط الأمطار ومواسمها مما يؤدى الى فقدان كميات من الأمطار كانت تستغل فى الزراعة والإستهلاك الآدمى فى الساحل الشمالى، وزيادة الأتربة والملوثات الصناعية مما سيؤدى الى تدهور نوعية المياه الجوفية فى الآبار الضحلة بالمناطق الساحلية.

٣- الزراعة والثروة الحيوانية والسمكية: إن الزراعة تمثل عماد الثروة القومية بمصر، حيث تبلغ مساحة الأرض الزراعية حوالى ٨ ملايين من الأفدنة حوالى ٦ مليون فدان بأرض مصر الزراعية القديمة تزرع بمحصولين أو أكثر وحوالى ٢ مليون فدان بأراضى الإصلاح، حيث تبلغ المساحة المحصولية حوالى ١٤,١ مليون فدان. انتشر بعض المحاصيل فى مناطق معينة فى الدلتا ومصر العليا لمئات السنين لجودة هذه المحاصيل تحت الظروف المناخية السائدة بهذه المناطق. ونظرا للزيادة المطردة والمستمرة فى عدد السكان وإهمال الدولة لقطاع الزراعة فى الثلاث عقود الماضية (بدأ من ثمانينات القرن الماضى) فإن الإنتاج الزراعى لمعظم المحاصيل الزراعية لا يكفى لحاجة الاستهلاك المحلى. لذلك تتجه مصر إلى استيراد معظم المحاصيل الإستراتيجية وعلى رأسها محصول القمح. وتعتبر الزراعة المصرية ذات حساسية خاصة لتغيرات المناخ لوجودها فى بيئة شبه قاحلة وهشة وتعتمد كما سبق القول على مياه نهر النيل.

ومن المتوقع أن تتأثر الزراعة المصرية بحدوث التغيرات المناخية كالتالى: (تقرير مصر والتغيرات المناخية ٢٠٠٩)

١ - احتمال نقص الإنتاجية الزراعية لبعض المحاصيل نتيجة لتغير درجات الحرارة.

٢ - تغير الخريطة الزراعية لبعض المحاصيل بنقلها من مناطق معينة كانت تزرع وتجود بها إلى أماكن أخرى.

٣ - زيادة الاستهلاك المائى لزيادة عمليات البخر مواكبا فى ذلك ارتفاع درجة الحرارة.

٤ – زيادة معدلات التصحر بالمناطق الهامشية مما يؤدى إلى تأثيرات اجتماعية واقتصادية لهجرة العمالة من هذه المناطق لغيرها الأكثر خصوبة.

٥ – إمكانية اختفاء بعض سلالات من الحيوانات المرتفعة الجودة مما يؤثر على الإنتاج الحيوانى.

توزيع المياه العذبة

لا يتوزع الماء العذب بالتساوى على سطح الكرة الأرضية، يوجد أكثر من ٢٠٠٠ كم^{٣} من مياه الأنهار (٢ تراليون م^{٣}) تتدفق باستمرار بمنطقة سيبيريا، كندا، الكونغو وأحواض الأمازون بعيداً عن التجمعات السكانية، والمحاولات مستمرة وحثيثة لإعادة توزيعها إلا أن ذلك يحتاج لمبالغ طائلة لنقل كميات ضئيلة منها. لقد كانت هناك محاولات لإقامة تصميمات لمنشئات فى الصين والهند لنقل المياه من المناطق وفيرة المياه الى المناطق الأكثر جفافا مما كان له آثار بيئية بعضها ذو جوانب إيجابية والبعض الآخر ذو جوانب سلبية.

الماء الإفتراضى Virtual Water

ونعنى به الماء المدفون فى المنتج أو البضائع أو السلع. ولقد أطلق مفهوم الماء الإفتراضى Allan (1997 and 1999) والذى يشير فيه إلى حجم الماء المستخدم فى إنتاج السلع أو البضائع أو الخدمات أو إن شئت قل الماء المدفون فى المنتج الزراعى أو السلع أو البضائع. ويعرف هذا المصطلح من وجهة منظور مواقع الإنتاج بأنه محتوى الماء العذب المستخدم فى إنتاج المنتج بقياسه فى مكان الإنتاج، بينما يعرف من منظور مواقع الاستهلاك بأنه حجم الماء المتطلب لإنتاج المنتج حيث المكان الذى يستهلك فيه (Hoekstra and Chapagain 2008).

ولا ينبغى النظر الى الماء الإفتراضى على أنه مجرد كمية فيزيائية لمصدر طبيعى مدفون فى بضائع أو سلع أو خدمات استهلاكية ولكنها بضائع اقتصادية بتكاليف تختلف فى قيمتها وجودتها مكانياً وزمانيا.

بصمة الماء Water footprint

قام Hoekstra et al (2009) بتعريف بصمة الماء للإنتاج بأنها حجم المـــاء الكلـــى المستعمل فى إنتاج المنتج متضمنا جميع العمليات التى أستهلك فيها الماء حتى حـــصاد المحصول بالإضافة الى جميع العمليات الأخرى التى أجريت بعد الحصاد التى تطلبت استهلاك الماء حتى الحصول على المنتج النهائى مصنعا. والماء الذى تمثلـــه بـــصمة الماء أو بتعبير آخر مسار أثر الماء يزداد عن ما يمثله محتـــوى المـــاء الإفتراضـــى (الماء المدفون). وتوجد بصمة للماء الأزرق وبصمة للماء الأخضر وبـــصمة للمـــاء الرمادى.

حركة المياه فى صورة بضائع وخدمات

لقد وجد أن أفضل السيناريوهات لترشيد المياه وعدالة التوزيـــع، تحريـــك المـــاء عمليا فى صورة ما يعرف بالماء الإفتراضى Virtual ونعنى به حركـــة الميـــاه مـــن المناطق وفيرة المياه إلى مناطق ندرة المياه فى صورة بضائع مصنعة وغذاء أســـتخدم الماء فى تصنيعها وفى إنتاجها بمعدل ألف كم^{3} من الماء فـــى العـــام (تريليـــون م^{3})، وبذلك تستطيع البلدان التى تعانى من الجفاف أن تستخدم القليل الذى يتوافر لديها مـــن الماء فى الشرب والطهى والاغتسال حتى تستطيع الاستمرار فى الحياة، إلا أن ذلـــك يتطلب توافر الدخل أو الميزانية التى تمكنها من شراء هذه الأشياء (مثل البترول على سبيل المثال لا الحصر). كما يمكن استخدام المياه الجوفية وتحلية مياه البحر إذا كانت تستطيع تحمل الأعباء المالية التى تستوجب ذلك. أما البلدان التى تعانى مـــن الجفـــاف والفقر فتزداد معاناتها بدرجة تفوق التحمل.

إن من أهم العوامل التى تؤدى الى زيادة الطلب على الماء وتؤدى إلـــى ندرتـــه، الفرق المستخدم بين كمية الماء المدفون فى السلع أو البضائع أو الخدمات، الذى يمثله الماء الإفتراضى والماء الذى يستهلك فى مسار أثر الماء أو إن شـــئت قـــل بـــصمة الماءWater footprint والذى يزداد عن حاجة الماء الإفتراضى.

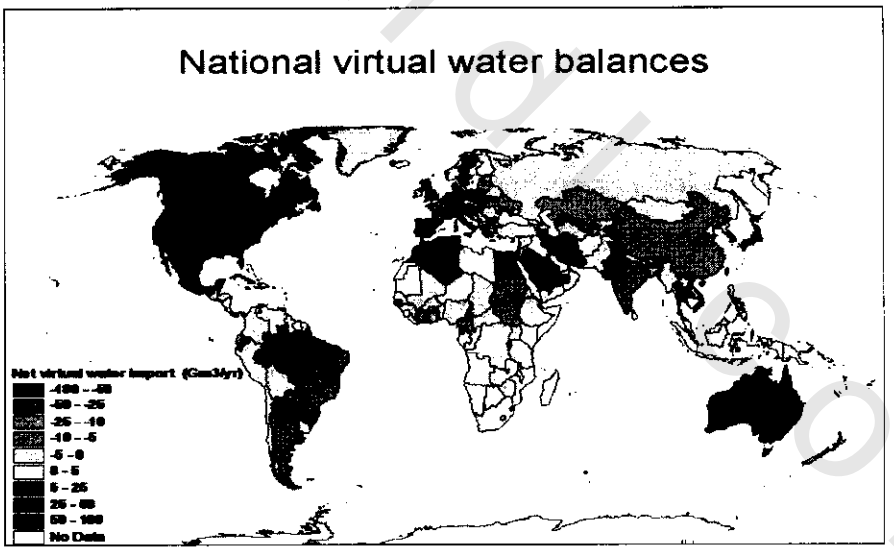
لقد أجريت العديد من البحوث لإيجاد أفضل طرق الحصول على الماء وحـــصاده والعمل على تقليل كميات المياه المضافة (Ferere, 2010) وطرق الـــرى والمحاصـــيل

obeikandl.com

المناسبة مع الأخذ فى الاعتبار آليات السوق وأكثر السلع إقبالاً من المستهلكين فمثلاً لا تقف كل السلع على قدم المساواة من حيث أهميتها التسويقية كما هو الحال فى القمح والزيوت واللحوم والسيارات وعليه فإن المياه الداخلة فى إنتاج أو إن شئت قل المدفونة فى هذه السلع المصدرة تختلف نتيجة لجودة البضائع واقتصادياتها ومكانها والطلب عليها.

ويوضح شكل (١-٢) خريطة تبين الإتزان القومى للماء الفعلى بالبلدان المختلفة بأنحاء الكرة الأرضية. حيث توضح حجم الماء الفعلى المستورد بالمناطق المختلفة من العالم، فيوضح اللون الأبيض عدم وجود أى بيانات. اللون الأحمر بدرجاته من الفاتح الى الغامق والأخضر بدرجاته من الفاتح الى الغامق ما يأتى:

يقع حجم الماء الفعلى المستورد والذى يمثله اللون الأحمر بدرجاته المختلفة من الأفتح إلى الأغمق فى المدى من صفر الى ١٠٠ جم^{٣}/سنة (من صفر إلى ٥، ٥ إلى ٢٥، ٢٥ إلى ٥٠، ٥٠ إلى ١٠٠). واللون الأخضر بدرجاته المختلفة من الأفتح إلى الأغمق يقع فى المدى من صفر إلى -١٠٠ جم^{٣}/سنة (من صفر إلى-٥، -٥ إلى -١٠، -١٠ إلى -٢٥، -٢٥ إلى -٥٠، -٥٠ إلى -١٠٠).



شكل (١-٢) الاتزان القومى للماء الفعلى بالبلدان المختلفة بأنحاء الكرة الأرضية

ألوان المياه

إن الماء الإفتراضى وكذلك بصمة الماء تتضمن ثلاث ألوان تشير ألى ثلاث أنواع من المياه هى الماء الأخضر والماء الأزرق والماء الرمادى ويمكن توضيحه فى الآتى:

- الماء الأخضر Green Virtual Water: ويعنى محتوى الماء الأخضر للمنتج، حجم ماء المطر الداخل فى إنتاج المنتج والذى يتبخر أثناء عملية الإنتاج (Hoekstra and Chapagain, 2008) وهذا الماء له علاقة بالمنتجات الزراعية والتى تشير إلى كمية المياه المخزنة بالتربة على صورة رطوبة أرضية وتتبخرمن الحقل أثناء نمو المحصول متضمنة عمليتى النتح- بخر من النبات والبخر من التربة.
- الماء الأزرق Blue Virtual Water: ويعنى محتوى الماء الأزرق للمنتج، حجم الماء السطحى أو الجوفى والذى يتبخر نتيجة لعملية إنتاجه (Hoekstra and Chapagain, 2008). وفى حالة الإنتاج الزراعى فإن تعريف الماء الأزرق للمحصول يشير الى حجم الماء الذى يتبخر من مياه الرى من التربة والقنوات المائية والخزانات المائية الصناعية المستخدمة فى إمداد أرض المحصول بماء الرى. أما بالنسبة للماء الأزرق المستخدم فى إنتاج السلع الصناعية والإستخدام الآدمى أو الخدمات فإن محتوى الماء بالسلع والخدمات يكون مساويا للماء المسحوب من كل من الماء الجوفى والماء السطحى والذى يتبخر ولكنه لا يعود الى مصدره مرة أخرى.

وينبغى التنويه هنا الى أن كثير من المحاصيل المروية تستقبل أيضا مياه من الأمطار لذلك فعادة ما تكون المتطلبات المائية لهذه المحاصيل كافية لإنتاجها.

- الماء الرمادى Gray Virtual Water: وهو عبارة عن حجم الماء العذب المماثل للملوثات (التى أصابت النظام المائى الطبيعى) اللازم للوصول الى المعيار الطبيعى لجودة الماء الى الحد الذى تظل المياه فى حدود معايير الجودة المسموح بها، وهو مدلول على حجم تلوث الماء العذب.

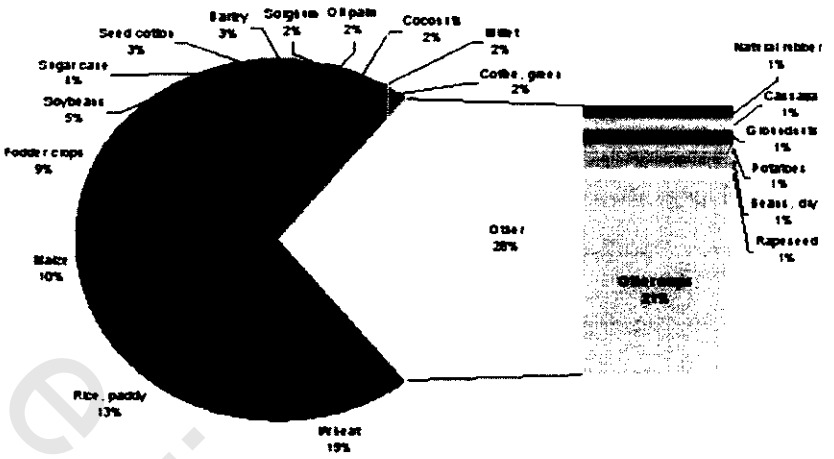
العلاقة بين بصمة الماء والإنتاج الزراعى

لقد كان Hoekstra عام ٢٠٠٣ أول من أدخل مصطلح بصمة الماء ذاكراً عام ٢٠٠٨ (Hoekstra and Chapagain, 2008) العلاقة بين الاستهلاك المائى للإنسان والمتاح من الماء العذب للكرة الأرضية وكان قد سبقه فى ذلك Hoekstra and Hung (2002) فى القول بأنه المؤشر الأساسى لاستهلاك الماء المستخدم.

تستعمل بصمة أى محصول بمجرد حصاده كأساس لحساب بصمة المنتج الأولى وجميع مكوناته وقت الحصاد بالإضافة إلى بصمة الماء المستخدم فى جميع طرق وخطوات تصنيعه أو استخدامه النهائى.

لذلك تختلف بصمة المحصول المنتج أولاً ومشتقاته معنويا تبعا لاختلاف المحاصيل ومناطق الإنتاج. ويختلف متوسط بصمة الماء لطن من المحصول الأولى باختلاف المحاصيل ومناطق الإنتاج. فالمحصول عموما ذو المنتج الأولى والمكونات المرتفعة من منتج الكتلة الحيوية التى يتم حصادها تتميز ببصمة مائية صغيرة لكل طن مثلاً المحاصيل المنتجة للبن، الشاى، الكولا، التبغ، العطارة، المكسرات، الكاوتشوك والألياف. على حين أن محاصيل الغذاء يختلف متوسطها العالمى لبصمة ماء المنتج محسوبة على أساس متر مكعب للطن، حيث يزداد بداية من محاصيل السكر (٢٠٠)، الخضراوات (٣٠٠)، المحاصيل الجذرية والدرنية (٤٠٠)، الفاكهة (١٠٠٠)، النجيليات (١٦٠٠)، محاصيل الزيوت (٢٤٠٠)، محاصيل البقول (٤٠٠٠)، نباتات العطارة (٧٠٠٠) والمكسرات (٩٠٠٠). وتختلف الصورة إذا تم حساب البصمة المائية لكل كجم/كالورى.

ويوضح شكل (١-٣) مدى مساهمة البصمة الكلية للماء فى إنتاج المحاصيل المختلفة فى الفترة الممتدة من ١٩٩٦-٢٠٠٥ كما ذكر كل من Mekonnen and Hoekstra (2011).

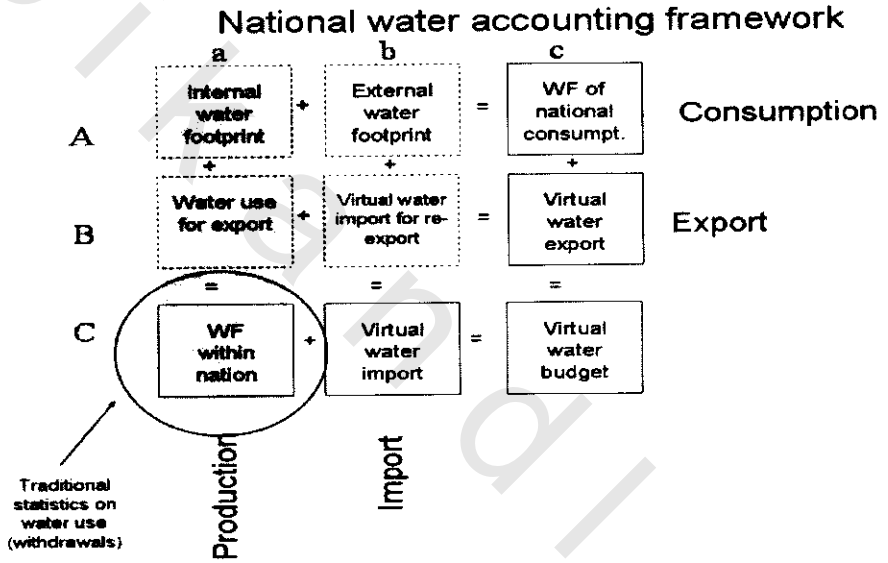


شكل (١-٣) مدى مساهمة البصمة الكلية للماء فى إنتاج المحاصيل المختلفة فى الفترة الممتدة من ١٩٩٦-٢٠٠٥

الميزانية الفعلية للماء

يعرف بصمة الماء للأفراد والمجتمعات بأنه الحجم الكلى للماء العذب الذى يستهلك فى إنتاج البضائع وأداء الخدمات التى تستهلك بواسطة الأفراد أو المجتمعات (Hoekstra and Chapagain, 2008). ويشتمل هذا المصطلح على مكونين الأول داخلى Internal water footprint وهو عبارة عن حجم الماء الذى يستهلك محليا بواسطة السكان المحليين من المصادر المائية المحلية لإنتاج البضائع وأداء الخدمات (Hoekstra and Hung, 2005). والثانى خارجى External water footprint وهو عبارة عن حجم الماء المستعمل فى بلدان أخرى لإنتاج البضائع والخدمات المستوردة والمستهلكة بواسطة سكان هذه البلاد (المستوردة). ويمثل حاصل جمع كل من المكون الداخلى والمكون الخارجى للبصمة المائية البصمة المائية للاستهلاك المحلى. ويمثل حاصل جمع الماء المستعمل فى التصدير وماء الاستيراد الإفتراضى لإعادة التصدير مكون ماء التصدير الفعلى. وتتحدد الميزانية المائية الفعلية للدولة بحاصل جمع البصمة المائية القومية للإستهلاك وماء التصدير الفعلى (شكل ١-٤).

حيث يوضح الاتجاه الأفقى كيفية الحصول على مقدار ماء الاستهلاك (الصف الأول A) وماء الاستيراد (الصف الثانى B) وذلك بإيجاد حاصل جمع كل من بصمة الماء الداخلية وبصمة الماء الخارجية فى الحالة الأولى (بصمة الماء القومى للاستهلاك) وحاصل جمع كل من مقدار الماء المستخدم فى التصدير ومقدار الماء الإفتراضى للاستيراد الذى من الممكن استخدامه فى إعادة التصدير فى الحالة الثانية (ماء التصدير الإفتراضى). أما الصف الثالث C فيوضح كيفية الحصول على الميزانية الإفتراضية للماء وتنتج من حاصل جمع كل من البصمة المائية للدولة وماء الاستيراد الإفتراضى.



شكل (١-٤): تحديد الميزانية المائية الفعلية

وتقاس كميات المياه المعبرة عن الإنتاج والاستيراد عن طريق مكونات الأعمدة حيث يعبر العمود الأول a على مقدار الماء المنتج وذلك بحساب حاصل جمع كل من بصمة الماء الداخلية ومقدار الماء المستخدم فى التصدير ليعطى كمية الماء المنتج (البصمة المائية للدولة)، أما العمود الثانى b فيعبر عن مقدار الماء المستورد وذلك بحساب حاصل جمع كل من بصمة الماء الخارجية ومقدار الماء الإفتراضى للاستيراد الذى من الممكن استخدامه فى إعادة التصدير (ماء الاستيراد الإفتراضى).

ويمكن للأمم الاستفادة بتصدير السلع من هذا التبادل إذا تم التركيز على إنتاج السلع والخدمات التى توفر لهم الميزة النسبية المرتفعة واستيراد السلع والخدمات التى لا توفر لهم ميزة نسبية. ونظرا لاعتماد استعمال الماء على العديد من العوامل كالتغيرات الكونية التى تتضمن التغيرات المناخية والنمو السكانى والتغيرات الاجتماعية ومطالب الأنشطة الأخرى للقطاعات المختلفة مثل إنتاج الطاقة والنظم البيئية Ecosystem. من هنا فإن تأثير بصمة الماء على نمو الإقتصاد لا يكون بسيطاً.

إن العالم يمر الآن بمنتصف أزمة اقتصادية طاحنة تشكل المستقبل لحياة البشر لملايين السنين. يناقش مفكرو العالم وقادته ما يخص مستقبل النظام المالى فى ظل التغيرات الطبيعية التى تحدث بالعالم بعد أن بلغ تعداد سكانه ما يقرب من ٧ مليار من البشر يعيشون على سطحه يشكلون ويؤثرون فى موارده ويتشاورون فى كيفية إدارة الموارد الأرضية الطبيعية وكيفية إدارة مصادر المياه التى تمثل أكثر الموارد قيمة والتى تتحكم فى نوعية الحياة على سطح الكرة الأرضية. ولقد اتضح للبعض بعض هذه الأخطار قبل وقوع الأزمة الاقتصادية ومحاولة دق ناقوس الخطر إلا أن الأغلبية لم تعبأ بذلك. الآن وقد أتضح للجميع حجم المشكلة مدركين أن هذه الأزمة ستكون أكثر قسوة إن لم يتم التعامل معها بسرعة وجدية وفاعلية للحفاظ على مصادر المياه بإدارة أكثر كفاءة من خلال رفع القدرة الإنتاجية للمياه وتقليل حجم المياه المستخدمة فى مسار أثر الماء أو بصمة الماء.

إن من أهم مقترحات تجنب إفلاس المياه، إنشاء بنوك لتخزين المياه بالبحيرات الصغيرة، حصاد مياه الأمطار، خزانات، وخزانات للمياه الجوفية. ومن الممكن استخلاص قيم أكبر من كل قطرة مياه بتنوع وتحسين إنتاج المحاصيل، تعدد نظم استخدام المياه وإدارة استخدام النظم البيئية المختلفة. بالإضافة إلى القدرة على تحسين معلومات تدفق المياه وتفعيل القوانين المنظمة لتحسين توزيع المياه وأخيراً وضع إستراتيجيات أفضل لاستغلال الرى وتوابع عملياته أثناء تتبع مسار أثر الماء (بصمة الماء) بأسرع ما يمكن. لقد أصبحت الأزمة العالمية لنقص الماء بالنسبة لسكان الأرض حقيقة دامغة ينبغى التعامل معها بشكل فعال من خلال التحرك السريع للتغلب على الإفلاس المائى بإجراء البحوث وتطبيقها لتقليل الاستهلاك المائى، من أجل ذلك

فقد قامت كثير من منظمات قطاعات الأعمال الخاصة بقياس حجم المياه التى يحتاجون إليها لإنتاج البضائع التى يبيعونها مع الأخذ فى الإعتبار الحفاظ على استمرارية الآلة الجبارة للاقتصاد العالمى حتى تكون هناك حلول عملية للحد من الاستهلاك المائى دون التأثير على النشاط الإقتصادى مع تحديد مميزات وعيوب السيناريوهات المطروحة للمجتمعات والأفراد.

ولقد وضع المعهد الدولى لإدارة المياه بعض الخطوات (IWMI, ٢٠٠٩) كمنتج للأبحاث التى أجريت والتى تركز على أهمية الإدارة الجيدة للاستغلال الجيد لندرة المياه بتقليل حجم المياه المستنفذة فى مسار أثر الماء (البصمة المائية).

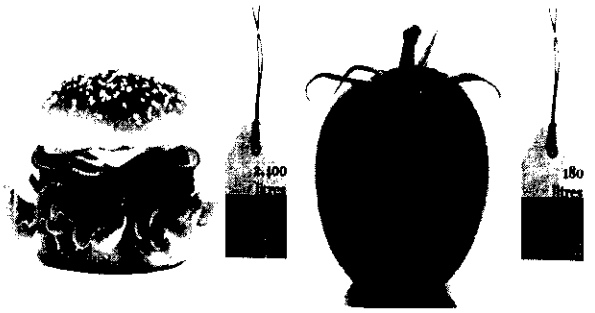
١. التعرف على المادة الخام التى ستستخدم فى أنتاج المنتج حتى يمكن التحكم فى حجم الماء المستهلك فى مسار أثر الماء.
٢. تقدير حجم استعمال كل من المادة الخام والمنتج النهائى للماء.
٣. معرفة مصدر الماء المستعمل للإنتاج وتأثيرات أنتاجه. هل من البحيرات أم من الأنهار أم من خزانات أو من مياه جوفيه، هل من مياه الرى (مياه زرقاء) أومن مياه الأمطار (مياه خضراء)، هل تأتى من بلدان تعانى من أجهادات المياه أم من بلدان تتوافر بها المياه ؟

حجم كمية الماء العذب المستهلك فى أنتاج بعض السلع

يمكن القول أن أثر الماء العذب أو بصمة الماء هى الصلة بين استهلاك الماء فى مكان ما وأثره على النظام المائى فى مكان آخر.

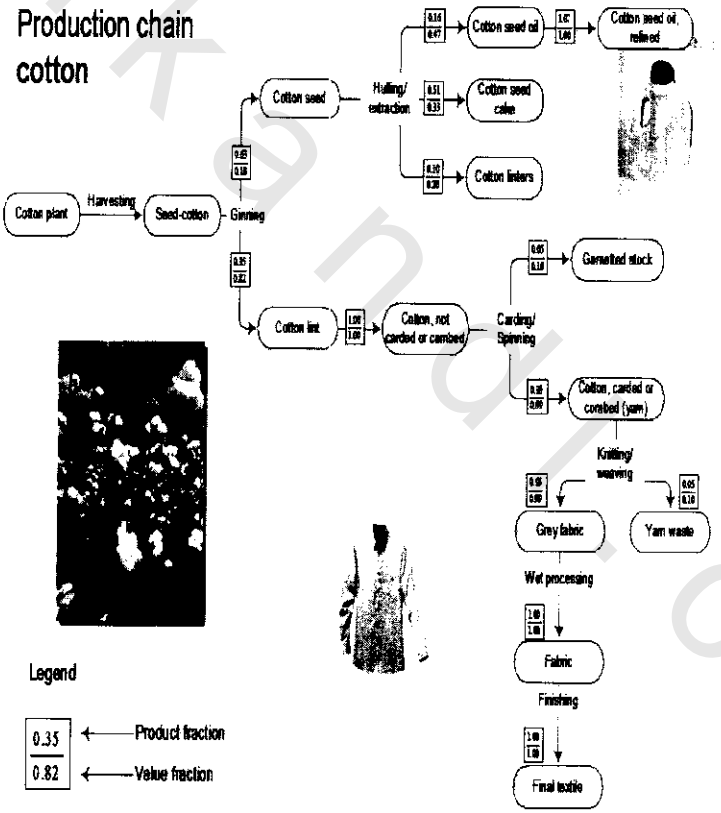
تم حساب كميات المياه التى استهلكت لإنتاج بعض السلع فى صورتها النهائية (بصمة الماء) والتى تزيد عن الماء الإفتراضى Virtual Water وفيما يلى بعض الأمثلة على ذلك:

يلزم ٢٧٠٠ لتر من الماء العذب لإنتاج قميص واحد من القطن، كما يلزم ٢٤٠٠ لتر من الماء العذب لإنتاج ساندويتش واحد من الهامبورجر و١٨٠ لتر لإنتاج حبة واحدة من الطماطم (شكل ١-٥). كما يتطلب ١٤٠ لتر من الماء العذب لإنتاج قدح واحد من القهوة و١٠ لتر من الماء العذب لإنتاج عدد ورقة واحدة.



شكل (١-٥): مقدار الماء العذب اللازم لإنتاج ساندويتش من الهامبورجر وحبة من الطماطم

ويوضح شكل (١-٦) مسار جميع المراحل التى يمر بها نبات القطن من بعد جنى القطن الزهر إلى تصنيع قميص مصنوع منه مروراً بعمليات الجنى، الحليج، الغزل، النسج، التبييض، الصباغة، النسيج والتصنيع.



شكل (١-٦) مسار جميع المراحل التى يمر بها نبات القطن من بعد جنى القطن الزهر إلى تصنيع قميص منه

قائمة المراجع

- مرسى م. ع.، ونورالدين نعمت ع. (١٩٧٧). رى محاصيل الحقل، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، مصر ٣٣٢ صفحة.

- تقرير مصر والتغيرات المناخية (٢٠٠٩). وزارة الدولة لشئون البيئة، وحدة التغيرات المناخية.

- Allan, J.A. (1997). Water Issues Group. School of Oriental and African Studies, University of London, London.

- Allan, J.A. (1999). Ardlands Newsletter. (on line) Available from: http//agarizona.edu/ OALS/ALN/aln45/allan.hml.

- Fereres , E. (2010). In Garrido, A. Ingram,H.(eds). Water for Food in a Changing World, Routledge, in press.

- Gleick,P.H. (2000).Water Int.,25(1),127-138.

- Hoekstra, A.Y. and Hung ,P.Q. (2002). Value of Water Research Report Series No.11, UNESCO-IHE, Delft, Netherlands.

- Hoekstra, A.Y. and Hung ,P.Q. (2005). Global Environmental Change, 15(1):45-56.

- Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K. (2008). Globalization of Water :Sharing the Planets Freshwater Resources, Blackwell, Oxford.

- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K ,Aldaya, M.M. and Mekonnen, M.M. (2009) .www. waterfootprint.org.

- International Water Manage Institute (IWMI). (2009). Water Foot Printing Report Managing our liquid Assets.

- Liu, J., Yang ,H. and Savenijem, H.H.G. (2008). Nature,454,p.397.

- Mekonnen,M.M. and Hoekstra, A.Y. (2011). Twente Water Center ,Univ. Twente, Enschede, The Netherlands. Pub. Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences Union.

- Perry,C. (2007). Irrig. Drain., 56,367-378.

obeikandi.com