ترشيد استهلاك المياه في الحدائق المنزلية

استعراض نتائج دراسة منزلية

ورقة مقدمة لمؤتمر ترشيد الطاقة

عبدالحميد احمد عبدالغفار

مارس 2013

خلاصة البحث

تمثل ضآلة مخزون المياه الجوفية وتدهور نوعيتها اهم تحديات الزراعة والبيئية في مملكة البحرين، حيث انها تمثل المصدر المائي الطبيعي الوحيد. ويضاف اليها المناخ الحار والجاف والمعدلات الضئيلة للهواطل المطرية، مقابل معدلات مرتفعة للبخر، الامر الذي تسبب في اتصاف الأراضي بارتفاع معدلات الملوحة وانخفاض خصوبتها. وقد قاد ذلك لتراجع مساهمة الزراعة النباتية (المتأتية من إنتاج الخضار والفواكه والتمور) بالأسعار الجارية من 0.35% في عام 2000 إلى 0.14% في عام 2011، بينما تراجعت بالأسعار الثابتة من 0.28% في عام 2000 إلى 0.15% في عام 2011.

وفي الوقت الذي يعتبر فيه المورد المائي موردا طبيعيا أو أصلا رأسماليا ناضبا كالنفط، وهو ناضب في الواقع في وقت أقصر مما يعتقد، تسجل تكاليف انتاج الكهرباء والماء ارتفاعا هائلا عاما بعد آخر، علما بان تكلفة انتاج المياه الراهنة لا تأخذ في اعتبارها الأسعار الحقيقية للطاقة، حيث أن أسعار الطاقة الداخلة في عملية الإنتاج هي أسعار مدعومة بشكل كبير. كما ان عملية استعذاب المياه تساهم بشكل أو بآخر في استنزاف المورد النفطي، حيث أن إنتاج المياه المحلاة تحتاج إلى مصادر الطاقة الاحفورية كلقيم في عملية الإنتاج، وهذا ما لا يدخل بعد في الحسابات القومية التقليدية لنمو الناتج المحلي الاجمالي، وصولا للناتج المحلي الاجمالي الاخضر.

انطلاقا من ذلك، عنيت هذه الورقة بالتركيز على كفاءة استغلال المياه في الزراعة الى اقصى حد ممكن، باعتبارها سلعة حيوية يلزم تعظيم مخرجاتها، وقد ركزت على جزئية محددة، وهي تلك المياه الموجهة لأغراض الري في المنازل، ونصيب الحديقة المنزلية في جملة الاستهلاك المنزلي من المياه، مع مقارنة واقع الحال في البحرين بدول اخرى مختارة.

تبين من النتائج ان المصادر الرسمية المحلية تشير الى ان الحدائق المنزلية في البحرين تستحوذ على 15% من جملة استهلاك المنازل من المياه، في حين ان الحدائق المنزلية بمدينة لندن تستحوذ على قرابة 80% من جملة المياه المستهلكة في المنازل، مقارنة بحوالي 45% في الاردن، الامر الذي قد يؤشر الى انها ربما كانت اقل من الحقيقة في الواقع. هذا من جهة، ومن جهة اخرى فان تغير نمط السكن ومستوى المعيشة تفرض هي الاخرى تجديد المسوح او الدراسات بالعينة، اما لتصويب المعلومات، او لتأكيد صحتها، مما قد يدعو الى اعادة النظر في دقة المعلومات المتاحة.

انطلاقا من تلك النسبة المعلن عنها والتي يؤكد كاتب الورقة على ضرورة التحقق من دقتها او تصويبها، سنجد ان المياه المنزلية الموجهة للحدائق قد بلغت 53.2 مليون متر مكعب في عام 2009 مقارنة بـ 38.6 مليون متر مكعب في عام 1987، مسجلة نموا بنسبة 37.8% خلال الفترة، ونموا بلغ في المتوسط 1.7% سنويا خلال الفترة المذكورة. اما كلفتها فتبلغ قرابة 53 مليون دينار، وذلك اخذا في الاعتبار التكلفة الحقيقية التي تتضمن الاسعار الحقيقية للطاقة الداخلة في انتاجها من محطات توليد الكهرباء والماء، وتكلفة النقل للمنازل.

في القسم الثاني من الورقة، يستعرض الباحث تجربتين خاصتين به حول ترشيد استهلاك المياه في ري حديقته المنزلية، ويخلص الى عرض تجربتين ناجحتين، وقد تم استعراضهما بالتفصيل، وعززهما بالصور، وذلك بغية الاستفادة منهما وتعميمهما على اوسع نطاق.

التجربة الاولى:

هي عبارة عن اعادة استخدام المياه المرتجعة من اجهزة التحلية المنزلية (RO) لغايات الري، ومن واقع التجربة، وجدنا ان متوسط معدلات الاملاح في المياه المرتجعة بلغت في المتوسط 2100 مليجرام للتر. وبالرغم مما قد يُعتقد بارتفاع معدلات ملوحتها وعدم جدواها للزراعة، الا انها في الواقع افضل كثيرا من متوسط معدلات الملوحة في المياه الجوفية في أي منطقة من مناطق البحرين في اربعينيات القرن الماضي وما تلاها من عقود شهدت تدهورا مستمرا في نوعيتها.

ونتيجة لذلك، يمكن القول ان الكثير من النباتات التي كانت تزخر بها البحرين في تلك العقود تحديدا، هي في الواقع نباتات قادرة على تحمل تلك المعدلات من الملوحة، وخصوصا ان أجود نوعية للمياه الجوفية في النصف الاول من اربعينيات القرن الماضي كانت موجودة في شاطي البديع وما يجاورها، والتي بلغت معدلات الاملاح فيه حوالي 2143 ميللجرام للتر كمتوسط للفترة 1941 – 1945.

وبمقارنة تلك المعدلات بمعدلات الاملاح الذائبة في المياه المرتجعة من اجهزة تحلية المياه بمدينة حمد، والتي تعد الاملاح في مياه شبكة التوزيع فيها من بين اعلى المعدلات في مناطق البحرين، نجد انها تعد في حقيقة الامر جيدة للزراعة، وخصوصا اذا اختيرت النباتات بعناية، بحيث ينتقى منها تلك النباتات المقاومة فعلا للملوحة. كما انها افضل بكثير من المياه المعالجة في محطة توبلي والموجهة لمزارع البحرين المختلفة لغايات الري في الزراعة التقليدية، والتي تصل فيها معدلات الاملاح في المتوسط الى 4500 مليجرام للتر، أي اكثر من ضعف المياه المرتجعة من اجهزة التحلية المنزلية في اكثر مناطق البحرين ارتفاعا بالاملاح الذائبة.

التجربة الثانية:

هي عبارة عن تطبيق الزراعة الرأسية في مواسير بلاستيكية هيئت بحيث تستوعب مضاعفة الانتاج بعشر كمية المياه المستخدمة في الري المنزلي (مع امكانية استغلال المياه المرتجعة من اجهزة التحلية فيها)، وتأتي اهمية التجربة من كون الكثيرين يشكون من ارتفاع فاتورة مياه الري، الامر الذي يدفعهم للتراجع عن ممارسة هواية زراعة الخضار والازهار وغيرها من النباتات، وعدم القدرة على الوصول للاكتفاء الذاتي من انتاج الخضار في مواسم تعرف بإمكانية انتاجها في المنزل. بينما يشكو اخرون من محدودية المساحة في المنزل، ولهذا، ومن خلال البحث في اساليب الزراعة وجد الزراعة في الانابيب البلاستيكية.

وقد وجد من خلال هذه الالية انها غير مكلفة، وسهلة التطبيق، وقادرة على استغلال المساحات الضائعة في المنزل، حيث تتيح امكانية الاستفادة من جدران المنزل، وخاصة اسواره التي تحيط به من كل جانب. وقد دعمت الدراسة الطريقتين بالصور التوضيحية.

يجدر بالذكر ان دمج الطريقتين في مسار واحد هو من الاهداف الممكنة التطبيق، بمعني الاستفادة من المياه المرتجعة للزراعة في الانابيب البلاستيكية، وبهذا تدمج الطرقتين في طريقة واحدة.

القسم الاول

المياه والزراعة والطاقة

مقدمة

تتسم مملكة البحرين بمحددات قاسية تفرض نفسها بقوة على واقعها الزراعي، واهم تلك المحددات على الاطلاق يتمثل في ضآلة مخزونها الجوفي من المياه، وتراجع نوعيتها بسبب ارتفاع الطلب عليها مقابل محدودية التعويض الطبيعي لخزانات المياه الجوفية التي تمثل المصدر المائي الطبيعي الوحيد.

ويضاف لتلك المحددات، المناخ الحار والجاف ومعدلات ضئيلة لأمطار تأتي بزخات شحيحة، مقابل معدلات مرتفعة للبخر، مع اتصاف الأراضي بارتفاع معدلات الملوحة وانخفاض خصوبتها، ومحدودية مساحة المملكة التي لا تتجاوز 763.3 كيلومتر مربع.

وبينما ازدادت مساحة المملكة من 711.8 كيلومترا مربعا في عام 2000 إلى 763.3 كيلومترا مربعا في عام 2012، تراجعت الأراضي القابلة للزراعة بسبب طغيان العمران على الأراضي الزراعية من 110 كيلومترا مربعا في عام 2000، إلى 64 كيلومترا مربعا في 2010. أما الأراضي المزروعة فعلا فتراجعت خلال نفس الفترة من حوالي 42 كيلومترا مربعا إلى 37.32 كيلومترا مربعا. ويلاحظ أن الأراضي القابلة للزراعة مقارنة بمساحة المملكة قد تراجعت إلى 8.4% في عام 2010 مقارنة بـ 15.5% في عام 2000، وتبقى مشكلة شح المياه ومحدودية توفر التربة الصالحة للزراعة مأزقا حقيقيا، بل تحد لا يمكن مواجهته بالأساليب التقليدية.

بالنتيجة، ورغم الضعف البين لمساهمة مجمل قطاع الزراعة في الناتج المحلي الإجمالي، استمر تدني مساهمته في الناتج ليبلغ 0.3% في عام 2011 مقارنة بـ 0.6% في عام 2000 بالأسعار الجارية، ومن 0.4% في عام 2000 إلى 0.3% في عام 2011 بالأسعار الثابتة. اما مساهمة الزراعة النباتية (المتأتية من إنتاج الخضار والفواكه والتمور) فسجلت تراجعا بالأسعار الجارية من 0.35% في عام 2000 إلى 0.14% في عام 2011، بينما تراجعت بالأسعار الثابتة من 0.28% في عام 2000 إلى 0.15% في عام 2011. (عبدالغفار، 2013).

ماهيّة المعلومات، أس المشكلات واساس مقومات الحلول

يعرف البحث العلمي في احد اوجهه بانه محاولة لاكتشاف المعرفة وتنميتها وفحصها ثم عرضها بشكل متكامل، وهو استعلام جدوى أو اختيار ما عبر التحري والتجريب بغرض اكتشاف حقائق في ضوء تطبيقات جديدة (شركة القيادة للتجارة العربية، http://arablatrade.com). من جهة اخرى، لا يمكن في واقع الامر احداث تغيير في غيبة المعلومات التي تعد اساسا وشرطا جوهريا لتحقيق النجاح. كما ان توفر المعلومات دون استثمارها واتاحتها للباحثين يعد مشكلة سائدة في العديد من الدول "المتخلفة معلوماتيا". في هذا الصدد، يقول د. صبرى الحاج المبارك: العبرة ليست بوجود المعلومات، وإنما بتوافر مقومات استثمارها، ولعل أهم ما تمتاز به الدول المتقدمة التميز النوعي في الموارد البشرية الذي يرجع الى مجموعة من العوامل، في مقدمتها توافر مقومات استثمار المعلومات المتاحة (http://alyaseer.net).

نضوب المياه الجوفية العذبة وتكلفة انتاجها

في الواقع، يعتبر المورد المائي موردا طبيعيا أو أصلا رأسماليا ناضبا كالنفط، وهو ناضب في الواقع في وقت أقصر مما يعتقد (إذا ما استمر خط الاتجاه العام للاستهلاك على ما هو عليه). وحقيقة الأمر، **فإن إتلافنا للمورد المائي، إنما يجعلنا في مواجهة تكلفة الفرصة البديلة الوحيدة المتبقية، متمثلة في تحلية مياه البحر**، والبالغة وفقا للحسابات الرسمية حوالي 0.274 دينار للمتر المكعب من المياه (عبدالغفار، 2003).

بيد أن تلك الحسابات الرسمية، لنا عليها مآخذ تستند على حجج دامغة. أولها، **إن تلك التكلفة لا تأخذ في اعتبارها الأسعار الحقيقية للطاقة**. ففي حين تثبّت وزارة الكهرباء والماء تكلفة وحدة الطاقة عند 0.008 دينار فقط لإنتاج متر مكعب من المياه، تؤكد ذاتها اعتمادها سعر مخفض للوقود، بواقع 25 سنت فقط للمليون وحدة حرارية بريطانية MBTU (المنصور، 1998). وثاني تلك الحجج هو **أن أسعار الطاقة الكهربائية الداخلة في عملية الإنتاج هي أسعار مدعومة بشكل كبير**، وهذا ما سبق وان أفضنا فيه في رسالتنا للماجستير (لا مجال هنا لتحديث الاحصاءات)، والذي يعد هذا جزءا منه، والجدول ادناه يبين تطور تكلفة إنتاج وحدة المياه وفقا **للأسلوب التقليدي**.

تطور متوسط تكلفة إنتاج المتر المكعب من المياه المحلاة (التكلفة بالفلس).

التكاليف	1992	%	1993	%	1996	%	1997	%	النمو لكامل الفترة
الطاقة	8	3.0	8	3.0	8	2.9	8	2.9	0.0
الكهرباء	30	11.3	27	10.2	27	9.6	26	9.5	13.3 -
العمليات	18	6.8	16	6.0	17	6.1	16	5.8	11.1 -
الصيانة	35	13.2	48	18.1	42	15.0	41	15.0	17.1
الاهتلاك	134	50.6	142	53.6	143	50.9	142	51.8	6.0
الإدارة	24	9.1	21	7.9	23	8.2	25	9.1	4.2
أخرى	16	6.0	18	6.8	21	7.5	16	5.8	0.0
المجموع	265	100	280	100	281	100	274	100	3.4

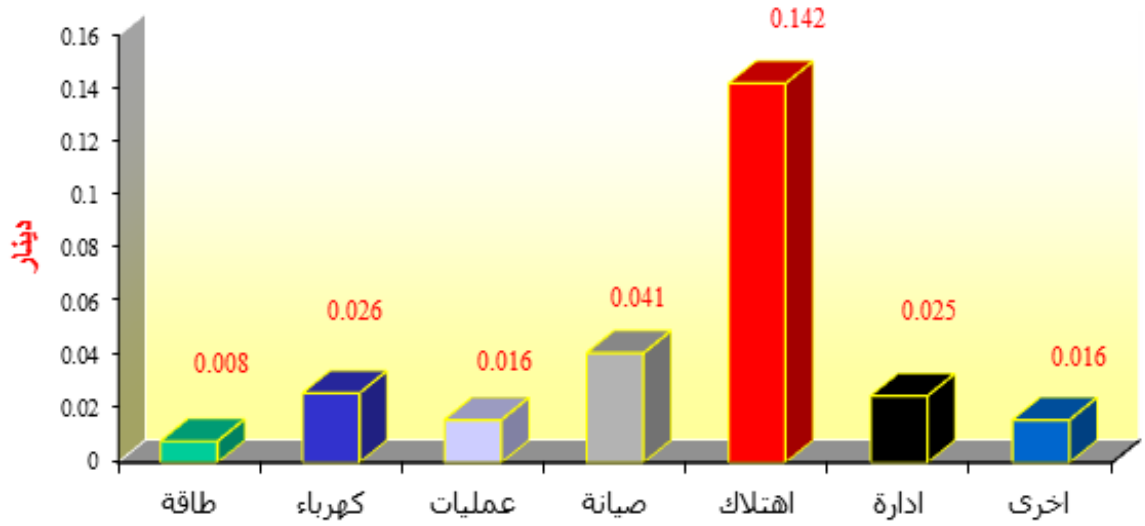
المصدر : وزارة الكهرباء والماء (جدول مركب من أربعة جداول).

بداية، يستنتج مما تقدم، أن إجمالي الإنفاق الموجه لتحلية وحدة المياه قد ارتفع بنسبة 3.4% في عام 1997 مقارنة بعام 1992 لأسباب خارجية، **وهذا يتناقض مع ما يتردد من أن التقدم التكنولوجي قد اسهم في خفض تكاليف تحلية مياه البحر** (صادق والبرغوثي، 1997)[1]. الأمر الآخر، وكما يبدو من الشكل، إن **الإهتلاك** الذي يستحوذ على اكثر من نصف التكاليف الإجمالية، ارتفع

1 يذكر في هذا الصدد " إنه وبغض النظر عن التفاوت بين تقنيات تحلية مياه البحر والتكاليف المقترنة بها، فإن التقدم التكنولوجي – وإن كان بطيئاً – قد أسهم في خفض تكاليفها (صادق والبرغوثي، 1997).

بنسبة قاربت الـ 6% خلال الفترة 1992 – 1997. وهذا يعزز القناعة بأن اتجاه تكاليف التحلية مرجعه عوامل خارجية لا قبل للدول المعتمدة على التحلية بالتحكم فيها.

مكونات تكلفة وحدة المياه في عام 1997 بالدينار



والاهم من ذلك هو **أن تكلفة الوقود** باعتباره مدخلا حيويا في عملية الإنتاج أتى في ذيل قائمة التكاليف، مما يؤكد أن تلك التكلفة **لا تعبر عن الأسعار الحقيقية للطاقة**. الأمر الذي جعل تكاليف **التحلية الرسمية تقل كثيرا عن متوسط التكلفة التي تعتمدها دول المنطقة المتماثلة في هياكل إنتاجها واستهلاكها**.

تأسيسا على ما سبق، فإننا نرجح إن "متوسط التكلفة المدعومة لإنتاج المياه بالتحلية، يبلغ حوالي 0.350 دينار للمتر المكعب من المياه، بالإضافة إلى كلفة الفرصة الناتجة عن دعم الطاقة المستخدمة في عملية التحلية، والتي يبلغ نصيب المتر المكعب منها 285 فلس، مقدرة بالسعر العالمي للطاقة" (خاطر، 1995). **وبذلك فان تكلفة إنتاج المياه المحلاة بالسعر العالمي للطاقة تقدر بحوالي 0.635 دينار للمتر المكعب من المياه بأسعار عام** 1995، أي ما يعادل 1.7 دولار، عوضا عن 0.274 دينار في عام 1997 وفقا للبيانات الرسمية. وبهذا يتبين **أن التكلفة الحقيقية لتحلية وحدة المياه، تمثل 2.3 ضعف التكاليف الرسمية المعلنة**، وهي تكلفة كبيرة إذا ما قورنت بمتوسط تكلفة استخراج النفط الخام في دول الخليج، والبالغة دولارين.

أما إذا أردنا احتساب التكاليف الحقيقية لتحلية وحدة المياه بأسعار عام 2000، فلا بد من إدخال عنصر جديد إلى التكاليف المذكورة أعلاه، ونعني بذلك عنصر التضخم. وهنا نرجح تقسيم مجمل تكاليف وحدة المياه إلى قسمين، الأول، نضمنه نسبة تضخم بمقدار 1%، وهي تشمل كافة وحدات التكاليف، والتي يصل وزنها النسبي إلى 48.2% من جملة تكاليف وحدة المياه. أما الثاني والمتمثل في عنصر الاهتلاك (الاندثار في الأصول) فنضمنه نسبة تضخم متحفظة، وقدرها 2.5%، حيث أنها تمثل سلع وسيطة مستوردة في مجملها من الخارج، الأمر الذي يعني تضمين التضخم المستورد في التكلفة الكلية لوحدة المياه المنتجة.

تطور متوسط تكلفة إنتاج المتر المكعب من المياه المحلاة (دينار)

السنة	نصيب الاهتلاك في التكلفة		نصيب بقية العناصر الأخرى		تطور إجمالي تكلفة الوحدة	
1995	0.32893 دينار (52% من الإجمالي)		0.30607 دينار (48% من الإجمالي)		0.635 دينار (إجمالي تكلفة الوحدة)	
	المبلغ	معدل التضخم	**المبلغ**	معدل التضخم	**المبلغ**	**النمو السنوي**
1996	0.338798	%2.5	0.309131	%1	0.64793	
1997	0.348962	%2.5	0.31222	%1	0.66118	2.046
1998	0.359431	%2.5	0.31534	%1	0.67478	2.056
1999	0.370214	%2.5	0.31850	%1	0.68871	2.065
2000	0.381320	%2.5	0.321680	%1	0.70300	2.075

من الجدول، يتبين ارتفاع تكاليف **إنتاج وحدة التحلية**، من 0.635 دينار في عام 1995، إلى 0.703 دينار في عام 2000 وفقا للافتراضات المذكورة أعلاه، ويرتهن ارتفاع أو انخفاض تلك التكلفة على معدلات التضخم في الدول التي تستورد منها مملكة البحرين السلع الوسيطة الداخلة في عملية الإنتاج، كما وتتوقف كذلك على نسبة التضخم في الداخل.

أما إذا أخذنا في الاعتبار الارتفاع في تكلفة توزيع مياه شبكة التوزيع عبر الزمن، والبالغة 0.140 دينار للمتر المكعب في عام 1995، وبافتراض اعتماد سيناريو متحفظ جدا ترتفع بمقتضاه بواقع 1% سنويا فقط بدءا من عام 1999، فإننا **سنكون حيال تكلفة إجمالية لإنتاج وتوزيع المتر المكعب من المياه وقدرها 0.850 دينار في عام 2000**. ومن جهة أخرى يرجح ارتفاع تكاليف وحدة معالجة مياه الصرف الصحي المعالجة على نفس الغرار عبر الزمن، وهذا ما لا يمكن تدعيمه بالإحصاءات في ظل نقص وشح البيانات المعنية.

وفي معلومات حديثة، يذكر التميمي ان تكاليف انتاج الكهرباء والماء في دول الخليج تسجل ارتفاعا هائلا عاما بعد آخر، فالكويت وحدها تنفق سنوياً نحو ثلاثة بلايين دينار كويتي على إنتاج الكهرباء والماء، وتحصّل مقابله 300 مليون دينار فقط .. وأشار تقرير صدر أخيراً عن ديوان المحاسبة في الكويت، أن استهلاك الكهرباء والمياه يعاني استخداماً غير رشيد نتيجة عدم الإحساس بالتكلفة الحقيقية من المستهلكين بفئاتهم المختلفة (التميمي، 2013).

من جهة أخرى، فإن عملية **استعذاب المياه تساهم بشكل أو بآخر في استنزاف المورد النفطي**، حيث أن إنتاج المياه المحلاة تحتاج إلى استخدام المنتجات النفطية المكررة (كالديزل والغاز الطبيعي)كلقيم في عملية الإنتاج. وبالرغم من عدم توفر بيانات خاصة بالبحرين تدعم هذا الرأي، إلا انه

تبين أن دول المجلس مجتمعة قد "استهلكت في المتوسط ما يعادل 170 ألف طن متري من الوقود يوميا (62 مليون طن متري سنويا) لتغطية إنتاجها الفعلي من المياه المحلاة عام 1990. بينما استهلكت خلال السنوات 1985-1990 ما يزيد على 300 ألف طن من الوقود لتشغيل محطات التحلية العاملة بها" (إسماعيل، 1995).

وبوجه عام يمكن القول، إذا كان النفط مثله كمثل الكثير من الموارد الطبيعية غير المتجددة آيل للنضوب، كالنحاس والحديد وغيرها، فان **الكثير من الموارد المتجددة هي الأخرى أضحت موارد مهددة بالنضوب**، بفعل طغيان الطلب البشري. فعلى سبيل المثال أصبحت الكثير من الغابات عرضة للاندثار بفعل غلو الإنسان في تقطيع الأشجار بحثا عن الأخشاب باعتباره لقيم في عمليات إنتاج الأثاث. كما أصبحت الأسماك في الخليج العربي مهددة هي الاخرى بفعل الجور على المخزون السمكي، وكذلك، أصبحت الموارد المائية الجوفية غير المتجدد بالكيفية المتناسبة مع الطلب عليها، مهددة هي الأخرى بالنضوب.

في هذا الصدد ادرج تقرير التنمية البشرية لعام 1998 المياه المتجددة ضمن تلك الموارد المستنزفة، بقوله، **إن استنزاف المياه يصبح لا رجعة فيه نتيجة للإفراط في ضخ المياه الجوفية** واستنزاف مستودعاتها. ويذكر انه في شبه الجزيرة العربية تستخدم المياه بمعدل يزيد ثلاث مرات عن معدل تجدد المخزونات، وبمعدلات الاستنزاف الحالية، ستصبح احتياطات المياه الجوفية التي يمكن استغلالها قد نفدت في غضون 50 عاما (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 1998).

وقد أكدت دراسات حديثة أن نحوا من 20 دولة عربية تقع تحت خط الفقر المائي و تقول الـ "أورينت برس" ان المخزون المائي العربي ينذر بخطر محدق، فالمنطقة العربية تعتمد على المياه الجوفية أكثر من غيرها من مناطق العالم، ونصيب الفرد من المياه سنويا يبلغ الف متر مكعب سنويا فيما يبلغ نصيب الفرد في العالم 8 آلاف متر مكعب، وفي حين ان كل فرد يحتاج بين 2 و3 ليترات مياه يوميا للشرب، فأنه يتطلب من 3 الى 5 آلاف ليتر مكعب في اليوم لكل فرد من أجل إنتاج الغذاء، بينما المياه هي مصدر الأمن الغذائي. ويشير التقرير لاعتماد المنطقة على نحو 50% من احتياجاتها على المياه الجوفية مقارنة بمعدلات اقل في دول العالم، في حين تتصف مياهه الجوفية بكونها عالية الملوحة وغير متجددة، حيث تم تخزينها في حقب تاريخية كان المطر فيها غزيرا، وهي مخزونات استراتيجية قابلة للنفاد (أورينت برس، 2013).

اما البنك الدولي فيؤكد ان الوضع المائي في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا يمثل خطِرا حقيقيا في المستقبل، مما يتطلب استثمارات للنهوض بالقطاع المائي ومعالجة مياه الصرف الصحي، وترشيد استخدام المياه، وإقامة شبكات ذات كفاءة لتوزيع المياه، وتوقع التقرير أن يتراجع نصيب الفرد العربي من المياه إلى النصف بحلول عام 2050. كما يتوقع الخبراء أن تسهم التغيرات المناخية والزيادة السكانية في تفاقم أزمة المياه في العالم العربي (المصدر السابق).

إذن، وبالرغم من ذلك التدهور المستمر في المورد المائي، والتآكل في قيمة المخزون النفطي الذي يمثل ثروة وطنية تتعرض للنضوب، فإن مساهمة قطاع الماء في الناتج المحلي الإجمالي وفقا للحسابات التقليدية التي لم تتجاوز 0.15% (في عام 1995)، تثير مغالطة وإشكالية منهجية، حيث لا

تميز الحسابات القومية "التقليدية" بين مساهمة الموارد الناضبة كالنفط والماء، والتي يمثل إنتاجها استبدال جزء من مكونات الثروة الوطنية بأصول مالية أو مؤشرات رفاه، والموارد المتجددة فعلا في الدخل القومي من جهة أخرى.

وعلاقة هذا الموضوع (نضوب النفط) بموضوع هذا البحث المعني بالمياه، تكمن في **القواسم المشتركة، واوجه الشبه الكامنة في عدم احتساب تكلفة نضوب المورد النفطي (غير المتجدد)، وعدم احتساب تكلفة قصور تجدد المورد المائي الوحيد المفضي في صورته الراهنة لتدهوره**، والناشئ عن الارتفاع غير الطبيعي في الطلب عليه مقارنة بتجدده الطبيعي. فإذا كان إهتلاك (الإهلاك أو الاندثار) الأصول يؤخذ في الحسبان في الحسابات القومية، أفليس من الأجدر احتساب تآكل المخزون من الموارد الطبيعية باعتبارها أصلا ناضبا؟

إن نتائج هذه الدراسة تمثل دعوة لانتهاج استراتيجيات تستهدف معالجة سريعة وجدية لوقف التدهور في نوعية المياه. ويعتبر عامل الزمن في معادلة البيئة مهما للغاية. إلا أن ما لا خلاف بصدده، هو أن التدابير الوقائية أصبحت أرخص من الإجراءات العلاجية التي لا بد أن تنجم عن احتمالات ارتفاع معدلات التلوث في المستقبل. وهذه حقيقة غدت باعتراف الجميع ثابتة. وتبقى عملية التوفيق في اختيار بدائل لاستمرار التنمية بأقل قدر من التلوث حماية للبيئة والإنسان بيد متخذي القرار، فالقرار يؤثر على البيئة، وهذه الأخيرة تؤثر على أداء التنمية الاقتصادية والاجتماعية.

القسم الثاني

الطلب المائي لأغراض الري المنزلي

صنف مسح السكان والمباني والمنشآت المنازل وفقا للعديد من التصنيفات، كتوافر الصحافة اليومية في المنازل، وتوافر اجهزة الهاتف والكمبيوتر والكراجات وغيرها، الا انها لم تصنفها وفقا لتوافر الحدائق المنزلية بمساحات تعكس التباين الاجتماعي في المجتمع البحريني. فكم يبلغ عدد المنازل التي تحتوي على حدائق منزلية وفقا لمساحات ذات معنى محددة مسبقا ؟ لا احد يعلم ! فاذا عجزنا عن تحديد ما سبق، فكيف امكن لنا تحديد متوسط نصيب الحدائق المنزلية من المتوسط العام للاستهلاك المنزلي !

صحيح ان ذلك ممكن الوصول اليه عبر الدراسات بالعينة، الا انه وبالنظر لمحدودية تلك الدراسات غير المعلن عن نتائجها ومنهجيات عملها، ربما يجعلنا لا نعتد بنتائجها، وخصوصا في ظل قلة تلك الدراسات التي يجب ان تأخذ بعين الاعتبار التغير في انماط السكن مع طول طوابير الانتظار، حيث بدأت المواطنون بالإقبال على السكن في الشقق السكنية التي لوحظ انتشارها في السنوات الاخيرة، ليس في المدن الجديدة، بل وفي الكثير المدن الرئيسية التي لم تعتد سابقا بيع الشقق السكنية في عمراتها. كما تغيرت كثير مساحات الوحدات السكنية في المدن الجديدة مقارنة بتلك المدينة التي سبقتها، وذلك مع نفور تحدي محدودية مساحة مملكة البحرين.

يورد الاستاذ زكريا خنجي نتائج دراسة حول الاستهلاك المنزلي اليومي للمياه العذبة في مدينة لندن التي لا تعرف ندرة المياه، (اخبار الخليج، استهلاك المياه في البحرين، 29 مايو 2012) خلاصتها الاتي:

1. يستهلك الاستحمام بالبانيو نحو 80 ليترا.
2. الاستحمام تحت الدش قرابة 35 ليترا.
3. السيفون 10 ليترات.
4. ري الحديقة بطريقة الرش حوالي 1020 ليترا في الساعة.
5. غسالة الملابس قرابة 80 ليترا.
6. غسالة الأواني نحو 35 ليترا.
7. الشرب والطبخ نحو 10 ليترات.

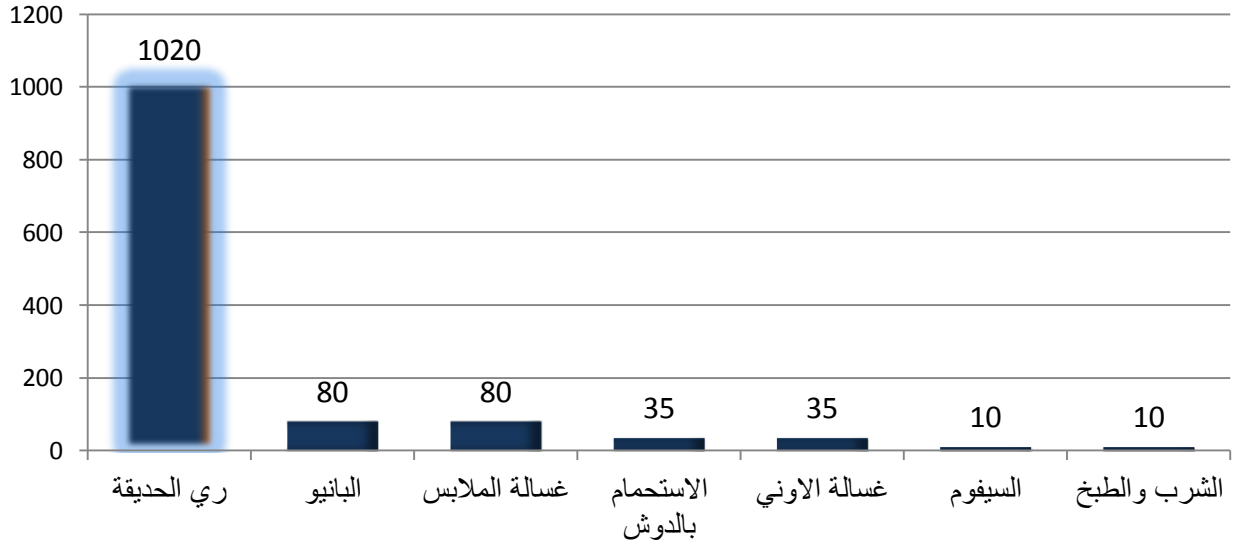
ومنه، نستنتج ان مدينة المطر تتوزع فيها نسب صرف المياه المنزلية على النحو الاتي:

نصيب الحديقة المنزلية في جملة استهلاك المنازل بمدينة لندن

اوجه الصرف	الكمية باللتر	النسبة المئوية
ري الحديقة	1020	80.30%
البانيو	80	6.30%
غسالة الملابس	80	6.30%
الاستحمام بالدوش	35	2.80%
غسالة الاواني	35	2.80%
السيفون	10	0.80%
الشرب والطبخ	10	0.80%
المجموع	1270	100.00%

من الجدول اعلاه يتبين ان الحدائق المنزلية بمدينة لندن تستحوذ على قرابة 80% من جملة المياه المستهلكة في منازل لندن. بيد ان الباحث يشير لملاحظة مهمة بقوله، "هذه الاحصائية لا يمكن اعتمادها بهذه الصورة، لأن الموضوع يتوقف على أمور كثيرة، منها نوع الأجهزة المستخدمة وعدد الأفراد وعاداتهم وسلوكياتهم، إلا أن هذه الأرقام تعد مؤشرات لنوعية استهلاك المياه العذبة في واحدة من أكبر مدن العالم".

الاستهلاك المنزلي اليومي للمياه العذبة في مدينة لندن (لتر)



المصدر: زكريا خنجي، استهلاك المياه في البحرين، اخبار الخليج، 29 مايو 2012

وفي الحلقة الثانية من مقالته (اخبار الخليج، 5 اغسطس 2012)، يستطرد خنجي بقوله: "دعونا نفكر فيما لو كان لدينا حنفية تسرب كل خمس ثوان 1 سم مكعب، فكم ستبلغ كمية الماء المستنزفة من الحنفية في اليوم؟ وكم تقدر الكمية المستنزفة بالدنانير؟ علما بان المتر المكعب يكلف الدولة حوالي

400 فلس" ؟ اسئلة خطيرة ومشروعة طرحها الباحث، وان كنت متحفظا وربما مختلفا على ما اورده الباحث بصدد تكلفة انتاج او تحلية او استعذاب مياه البحر.

نصيب الحدائق المنزلية من استهلاك المنازل من المياه في مملكة البحرين

الان لنلقي نظرة على المعلومات بصدد نصيب الحدائق المنزلية من اجمالي الطلب على المياه منزليا في مملكة البحرين. ففي تصريح لإدارة ترشيد الكهرباء والماء ورد بالنص: "ان 15% من المياه المنتجة يومياً تستهلك في سقي الحدائق المنزلية" (لقاء صحفي عقد في 26 يناير 2011، صحيفة الوسط البحرينية، العدد 3065، 27 يناير 2011).

يؤخذ على هذه النسبة انها تخفي التباين الكبير بين محافظات المملكة، وما قد يؤشر الى انها ربما كانت اقل من الحقيقة في الواقع. هذا من جهة، ومن جهة اخرى فان تغير نمط السكن ومستوى المعيشة تفرض هي الاخرى تجديد المسوح او الدراسات بالعينة، اما لتصويب المعلومات، او لتأكيد صحتها.

يلفت النظر التباين الكبير في نصيب الحدائق المنزلية ليس بين البحرين ومدينة لندن، بل بين البحرين والاردن التي يعرف عنها انها احدى افقر دول العالم بمصادر المياه، فقد اكد البنك الدولي في احدث دراساته انه بالرغم من وجود أزمة مائية عربية مشتركة، الا ان حدتها تتباين من دولة لأخرى، فالطلب على المياه بدول الخليج العربي ارتفع من 6 مليارات متر مكعب عام 1980 إلى أكثر من 70 مليار متر مكعب عام 2006، وذلك رغم مما تواجهه من ظروف قاسية عديدة، كالزيادة السكانية وارتفاع مستوى الحياة. امام هذه التحديات، وبفضل توافر الإمكانيات وطول سواحلها، سخرت دول الخليج التقنية في سد حاجتها من مياه الشرب، فالسعودية مثلا تمتلك 27 محطة تحليه تلبي 70% من الطلب على مياه الشرب، وتنتج 27% من الإنتاج العالمي للمياه المحلاة، لتحتل المرتبة الأولى في العالم، تليها الإمارات فالكويت. هذا الوضع المائي وطرق التغلب عليه يختلف تماما عما عليه الوضع في الاردن مثلا، والتي تقع ضمن الدول العربية الأربعة في "العجز المائي" عالميا (أورينت برس، نقلا عن صحيفة اخبار الخليج البحرينية، 15 يناير 2013).

رغم كل ما تقدم، تظهر الاحصاءات الرسمية لوزارة المياه والري الاردنية ان المواطن يستهلك 45% من استهلاكه المائي المنزلي في الحمامات وري الحدائق، في حين يستهلك 30% في الاستحمام و20% في التنظيف والغسيل و5% فقط في الطهي والشرب (الموقع الإلكتروني لوزارة المياه والري).

تطور حجم استنزاف الحدائق المنزلية من المياه في مملكة البحرين

عودا على التصريح الرسمي لإدارة ترشيد الكهرباء والماء بصدد نصيب الحدائق المنزلية من اجمالي الطلب على المياه المنزلية في مملكة البحرين، والذي اشير فيه الى انه يستحوذ على قرابة 15% من المياه المنتجة يومياً (صحيفة الوسط البحرينية، العدد 3065، 27 يناير 2011، مصدر سابق)، يتضح ان نصيب الحدائق المنزلية من شبكة التوزيع شهد ارتفاعا ملحوظا خلال السنوات الماضية، وذلك بموازاة التوسع الذي شهدته المملكة من الجانب الاسكاني.

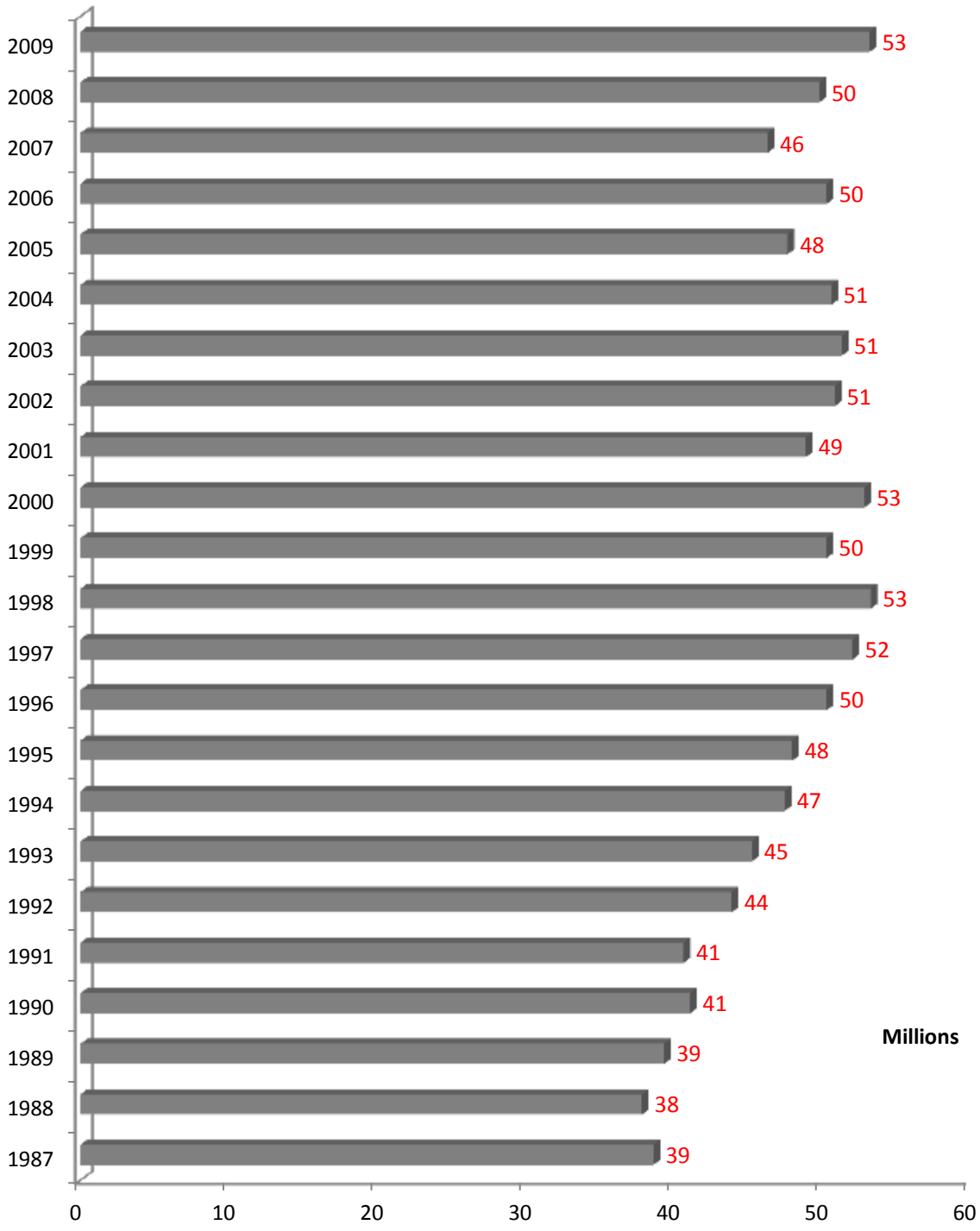
وانطلاقا من تلك النسبة المعلن عنها والتي يؤكد كاتب الورقة على ضرورة التحقق من دقتها، سنجد ان المياه المنزلية الموجهة للحدائق قد بلغت 53.2 مليون متر مكعب في عام 2009 مقارنة بـ 38.6 مليون متر مكعب في عام 1987، مسجلة نموا بنسبة 37.8% خلال الفترة، مسجلة نموا بلغ في المتوسط 1.7% سنويا خلال الفترة المذكورة.

يشار الى ان المياه المعالجة لا توجه للمنازل، حيث تقتصر مياه المنازل على المياه الجوفية ومياهه التحلية فقط. يشار الى ان مياه البحر المستعذبة بلغت 203 مليون متر مكعب في عام 2009 مقارنة بـ 44.1 مليون متر مكعب في عام 1987، الامر الذي رفع التكلفة الحقيقية لتوفير المياه بشكل كبير، ليس بسبب الحاجة لرفع الكميات المنتجة مواكبة لنمو السكان وارتفاع احتياجات التنمية بل وبسبب ارتفاع اسعار المورد الاحفوري في السوق الدولية، والذي يعتبر وسيطا جوهريا لإنتاج المياه المحلاة وانتاج الطاقة. اما المياه الجوفية، فقد انخفضت لتبلغ 1515.5 مليون متر مكعب في عام 2009 مقارنة بـ 213 مليون متر مكعب في عام 1987، وهي مياه حيوية لا يمكن توجيها للمنازل دون خلطها بمياه البحر المحلاة، وهي بطبيعة الحال مياه ذات قيمة حتى في صورتها المالحة.

استخدامات المياه حسب المصدر (مليون متر مكعب)

السنة	المياه الجوفية	المياه المحلاة	المياه المعالجة	المجموع	نصيب الحدائق المنزلية من شبكة التوزيع
1987	213.0	44.1	0.7	257.8	38,565,000
1988	202.9	49.2	1.5	253.6	37,815,000
1989	213.4	48.6	2.3	264.3	39,300,000
1990	219.5	54.2	4.4	278.1	41,055,000
1991	214.8	56.0	5.9	276.7	40,620,000
1992	231.1	61.3	7.5	299.9	43,860,000
1993	243.0	58.3	8.3	309.6	45,195,000
1994	256.3	59.8	12.9	329.0	47,415,000
1995	266.9	52.7	11.9	331.5	47,940,000
1996	274.6	60.6	13.2	348.4	50,280,000
1997	287.9	58.9	12.8	359.6	52,020,000
1998	293.4	61.4	12.2	367.0	53,220,000
1999	272.3	62.7	14.0	349.0	50,250,000
2000	262.8	89.2	14.6	366.6	52,800,000
2001	231.9	93.9	15.4	341.2	48,870,000
2002	244.9	93.7	14.1	352.7	50,790,000
2003	239.5	102.4	18.8	360.7	51,285,000
2004	231.6	105.5	22.6	359.7	50,565,000
2005	208.5	109.0	24.0	341.5	47,625,000
2006	216.5	118.6	29.5	364.6	50,265,000
2007	176.1	132.3	36.0	344.4	46,260,000
2008	163.9	167.8	36.0	367.7	49,755,000
2009	151.5	203.0	36.0	390.5	53,175,000

نصيب الحدائق المنزلية من شبكة التوزيع (مليون متر مكعب)



القسم الثالث

عرض تجربتين حول ترشيد استهلاك المياه في ري حديقة المنزل

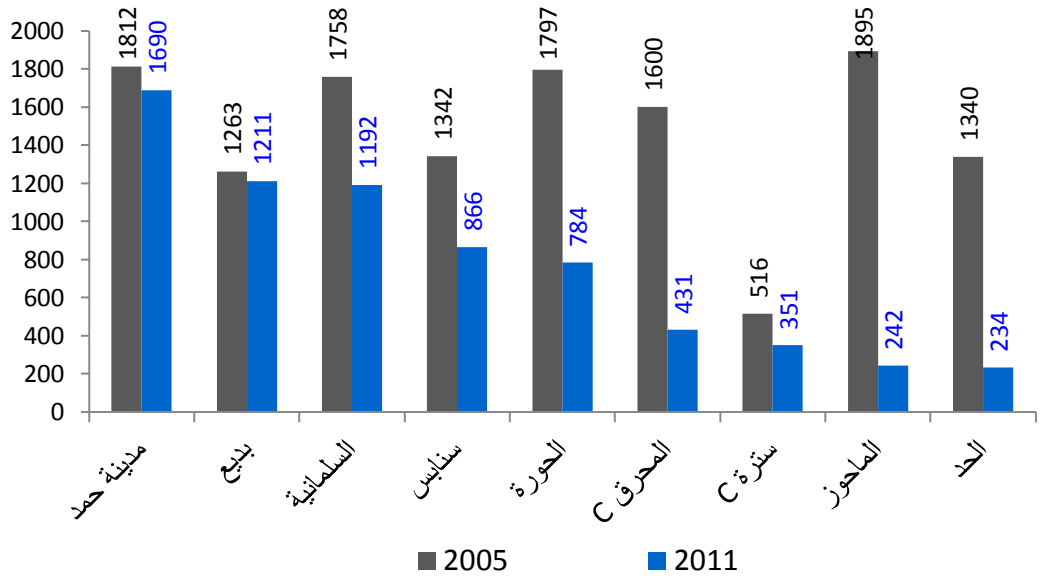
تتباين معدلات الاملاح في شبكة التوزيع بشكل كبير عبر السنوات، ووفقا للمناطق، الا انه يمكن ملاحظة ان اعلى معدلات للاملاح موجودة في مدينة حميد، حيث بلغ المتوسط السنوي 1690 ملليجرام للتر (الف جزء في المليون) في عام 2011، مقارنة بـ 1075 ملليجرام للتر في عام 1996، بينما افضلها في منطقة الحد والبالغة 234 ملليجرام للتر في عام 2011 مقارنة بـ 1900 ملليجرام للتر في عام 1996، والجدول ادناه يلقي تفصيل حول ذلك.

معدلات الاملاح في شبكة التوزيع في مناطق مختلفة في مملكة البحرين (ملليجرام للتر)

المنطقة	1996	2005	2011
مدينة حمد	1075	1812	1690
بديع		1263	1211
السلمانية	1835	1758	1192
سنابس	2620	1342	866
الحورة	1720	1797	784
المحرق C	1910	1600	431
سترة C	1095	516	351
الماحوز	1895	1895	242
الحد	1900	1340	234

المصدر: التقرير الاحصائي لعام 2011، هيئة الكهرباء والماء، ادارة نقل المياه.

معدلات الاملاح في شبكة التوزيع في مناطق مختلفة في مملكة البحرين (ملليجرام للتر)



المصدر: التقرير الاحصائي لعام 2011، هيئة الكهرباء والماء، ادارة نقل المياه.

من جهة اخرى، كتب الكثير حول سبل ترشيد المياه المنزلية لغايات ريي النباتات، كتجنب الري وقت الظهيرة لارتفاع نسبة البخر، وزراعة النباتات الاقل استهلاكا للمياه، واستخدام المياه الرمادية في الري، وغيرها. الا انني ومن تجربتي الخاصة في منزلي، وجدت تقديم عرضا حول التجربتين تعميما للفائدة، وفيما يلي عرضا للتجربتين:

التجربة الاولى: اعادة استخدام المياه المرتجعة من اجهزة التحلية المنزلية RO لغايات الري

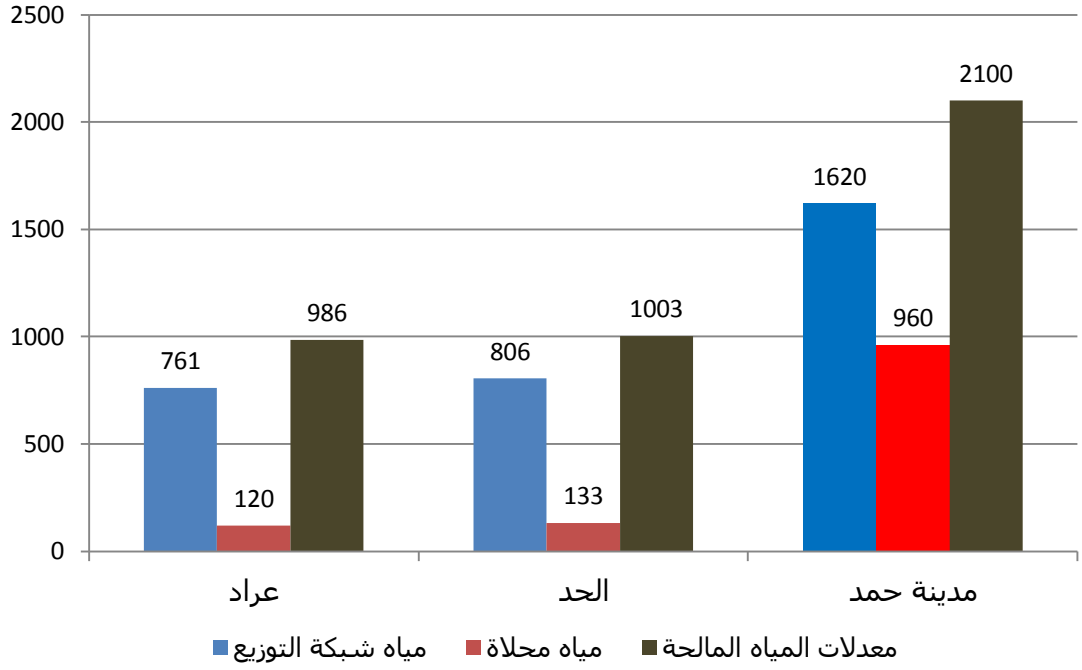
لا توجد معلومات متفق عليها بين الباحثين والمعنيين حول نسبة المياه المرتجعة الموجهة لشبكة الصرف الصحي مقارنة بالمياه التي تتمكن اجهزة التحلية من استعذابها، فمن قائل بانها تعادل 50%، وآخر يشير الى ان المرتجعة منها تبلغ عشرة اضعاف المياه المحلاة، مشكلة بذلك عبئا على محطات معالجة مياه الصرف الصحي.

ومن واقع التجربة، وجدنا ان متوسط معدلات الاملاح في مياه شبكة التوزيع بلغت 1620 مليجرام للتر كمتوسط لشهر يناير 2013 في الدائرة السابعة بمدينة حمد، بينما بلغ المتوسط للمياه الناتجة عن اجهزة التحليلية 960 مليجرام للتر. اما المياه المرتجعة (الموجهة لشبكة الصرف الصحي) فبلغت في المتوسط 2100 مليجرام للتر.

الغريب، ان التباين بين المناطق مثير، حيث تبين ان تلك المعدلات بلغت في منطقة الحد كمتوسط 806 مليجرام للتر في مياه شبكة التوزيع، و133 مليجرام للتر للمياه الناتجة عن اجهزة التحليلية، في حين بلغت للمياه المرتجعة في المتوسط 1003 مليجرام للتر.

اما في عراد فبلغت 761 مليجرام للتر لمياه شبكة التوزيع، و120 مليجرام للتر للمحلاة، و986 مليجرام للتر للمياه المالحة، وبمعنى اخر، يتبين ان المياه المحلاة في مدينة حمد اكثر ملوحة من المياه المرتجعة في كل من الحد وعراد، علما باننا اعتمدنا قراءات احدى الشركات المعنية بتركيب اجهزة التحليلية المنزلية، ومن دون شك ستكون معدلات الاملاح في المياه المحلاة اكثر تباينا مقارنة بمدينة حمد لو اعتمدنا المتوسط السنوي لمعدلات الاملاح في شبكة التوزيع المشار اليها في الجدول اعلاه. والشكل ادناه يبين ذلك بتفصيل.

تباين معدلات الاملاح الثلاث بين ثلاث مناطق في مملكة البحرين (مليجرام للتر)



في الواقع ان المياه المرتجعة من اجهزة التحلية المنزلية بالرغم مما قد يعتقد بارتفاع معدلات ملوحتها، وعدم جدواها للزراعة (بما فيها مياه مدينة حمد)، الا انها في حقيقة الامر افضل كثيرا من متوسط معدلات الملوحة في المياه الجوفية في أي منطقة في مناطق البحرين منذ اربعينيات القرن الماضي وما تلاها بطبيعة الحال من عقود لاحقة، حيث بدأت نوعية المياه في التراجع منذ ذاك الحين لأسباب لا محل لذكرها في هذه الورقة.

اتجاهات ملوحة المياه الجوفية خلال الفترة 1941 – 1992 (مليجرام للتر) 2

السنة	المحرق	المنامة	سترة	عالي وسلماباد	البديع	الهملة والجسرة	الزلاق والوسمية
1945 - 1941	2325	2262	4140	2772	2143	2655	2694
1950 - 1946	2286	2445	4285	2985	2270	2669	2786
1955 - 1951	2417	2590	4383	3052	2263	2612	2711
1960 - 1956	2765	2984	5211	3314	2302	2663	2799
1965 - 1961	2743	3074	7402	4083	2288	2652	2922
1970 - 1966	2882	3300	7547	4751	2573	2548	3076
1975 - 1971	3053	3305	5843	3387	2379	2707	4596

2 أجرى د. وليد زباري تحديث لاحق على الدراسة الاصلية، وقد شمل المدى 1986-1990، كما وأضيف لاحقا مدا جديدا وهو 1991 - 1995.

السنة	المحرق	المنامة	سترة	عالي وسلماباد	البديع	الهملة والجسرة	الزلاق والوسمية
1980 - 1976	3122	3157	6828	5302	3081	3834	4910
1985 - 1981	3028	4068	6027	3498	3027	3554	5161
1990 - 1986	3320	2941	5353	3878	2844	3569	5528
1995 - 1991	3412	3181	6451	4979	3177	4898	5252

المصدر: (زباري وآخرون، 1995).

ونتيجة لذلك، يمكن القول ان الكثير من النباتات التي كانت تزخر بها البحرين في تلك العقود تحديدا، هي في الواقع نباتات قادرة على تحمل تلك المعدلات من الملوحة، بل ان الانسان ذاته كان يعتمد عليها في شربه، وذلك على خلاف ما تمليه المعايير الحديثة التي توصي بها منظمة الصحة العالمية، والتي تؤكد على ضرورة الا تزيد معدلات المياه للشرب الادمي عن الف ميللجرام للتر والا اصبحت ضارة بالصحة.

عودا على بدء، نقول ان اجود نوعية للمياه الجوفية في النصف الاول من اربعينيات القرن الماضي كانت موجودة في شاطي البديل وما يجاوره، والتي بلغت معدلات الاملاح فيه حوالي 2143 ميللجرام للتر في الفترة 1941 – 1945.

وبمقارنة تلك المعدلات بمعدلات الاملاح الذائبة في المياه المرتجعة من اجهزة تحلية المياه الجوفية، نجد ان هذه الاخيرة تعد في حقيقة الامر جيدة للزراعة، وخصوصا اذا اختيرت النباتات بعناية، بحيث ينتقى منها تلك النباتات المقاومة فعلا للملوحة. وفيما يلي جدول يظهر معدلات الاملاح في المياه الجوفية في مناطق مختلفة من البلاد خلال الفترة 1941 – 1995.

انطلاقا من ذلك، وجدنا تجميع تلك المياه وتوجيهها للزراعة المنزلية عوضا عن صرفها نحو شبكة الصرف الصحي. وفيما يلي شرح لخطوات التنفيذ مدعمة بالصور التوضيحية:

1. حيث انني استهدف تجميع المياه المرتجعة من جهازين للتحلية، فقد جمعت طرفي المياه المالحة في خرطوم واحد.
2. تم تحويل خرطومي المياه الصغيرين الخارجين من جهازي التحلية لخرطوم الري التقليدي (قطر نصف بوصة).
3. تم تمرير الخرطوم فوق سور المنزل بحيث يصب في خزان خاص لتجميع المياه المالحة، وذلك بالاستفادة من قوة الضغط في الجهازين.
4. اعتمدت جهاز للري الأوتوماتيكي، بحيث يعمل مرتين في اليوم، بواقع 20 دقيقة لكل مرة، ويسقي الزراعة داخل المنزل وخارجه.
5. تم تركيب كرة عامة في الخزان، بحيث لا تعمل مضخة المياه والخزان فارغ، وذلك لحماية المضخة من العمل وقت خلو الخزان من المياه.
6. توجيه المياه المعنية لري النباتات داخل وخارج المنزل.

7. تتيح هذه الطريقة تيسير توزيع الاسمدة على النباتات من خلال اذابتها في خزان تجميع المياه مباشرة.

وفيما يلي، صورا توضح تلك الالية بتفصيل.

جهازي تحلية المياه RO

تجميع المياه المرتجعة من الجهازين وتوجيهها للخزان

خزان جمع المياه المرتجعة

جهاز الري الاوتوماتيكي

الزراعة داخل المنزل

الزراعة داخل المنزل

زراعة خارج المنزل

زراعة خارج المنزل

التجربة الثانية: الزراعة الرأسية في مواسير بلاستيكية

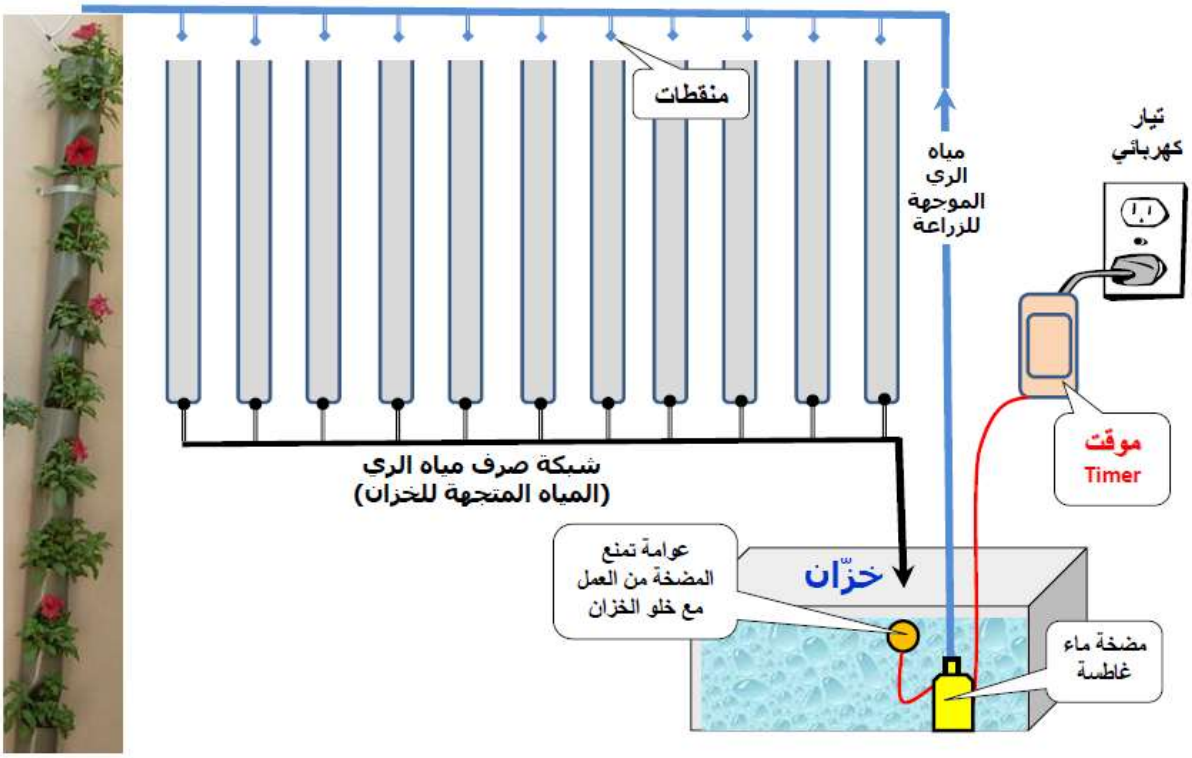
يشكو الكثيرون من ارتفاع فاتورة مياه الري، الامر الذي يدفعهم للتراجع عن ممارسة هواية زراعة الخضار والازهار وغيرها من النباتات الموسمية او غير الموسمية، وعدم القدرة على الوصول للاكتفاء الذاتي من انتاج الخضار في مواسم تعرف بإمكانية انتاجها بغزارة في المنزل. بينما يشكو اخرون من محدودية المساحة في المنزل، ولهذا، ومن خلال البحث في اساليب الزراعة وجدت تطبيق وتطوير طريقة متاحة للزراعة في الانابيب البلاستيكية عبر شبكة الانترنيت.

ومن خلال التطبيق العملي لهذه الالية، وجدت انها غير مكلفة، وسهلة التطبيق، وقادرة على استغلال المساحات الضائعة في المنزل، حيث تتيح امكانية الاستفادة من جدران المنزل، وخاصة اسواره التي تحيط به من كل جانب. وفيما يلي ايجاز لآلية تطبيق هذه الطريقة مدعمة بالصور التوضيحية.

1. يبلغ طول مواسير مياه الصرف الصحي ذات القطر 4 بوصات 4 امتار (400 سنتيمتر)، وهي في المتوسط تقارب ضعفي ارتفاع اسوار المنازل.
2. تقطع الماسورة لنصفين، بحيث يبلغ طول كل ماسورة 200 سنتمتر.

3. ابتداء من القمة وحتى 20 سنتمتر، تقطع الماسورة الواحدة لغاية نصف قطرها، وحيث ان الماسورة بطول 200 سنتمتر، يصبح لدينا عشرة قطع.
4. باستخدام جهاز تسخين الهواء، يتم تليين الجزء السفلي من كل قطعة، حيث ان الحرارة تجعل البلاستيك مرنا، وبهذا نتمكن من دفع الجزء المرن للداخل بحيث يلاصق الجزء الاخر من الماسورة، وبهذا نتمكن من تشكيل القطع بحيث تكون شبيهة بالكؤوس المتعامدة فوق بعضها البعض.
5. نضع قطع من القماش او أي مادة اخرى لا تسمح بنفاذ الكامبوست في كل تجويف للجزء السفلي المناظر له، بينما يسمح بنفاذ الماء فقط.
6. نملأ التجاويف بالكامبوست (في حالة استخدام المياه العادية)، او بالرمل (في حالة استخدام المياه المزودة بالسماد الكيماوي).
7. نضع في قمة كل ماسورة جهاز تنقيط واحد فقط، حيث ان المياه تتسرب منه للأجزاء السفلى التسعة، وبهذا فإننا نتخلى بذلك عن تسعة منقطات ، الامر الذي يوفر 90% من المياه لإنبات نفس القدر من النبات.
8. تلزم الاشارة هنا الى ان ذات الالية يمكن استغلالها للزراعة في ذات المواسير بصورة افقية (راجع الصور المرفقة).
9. هنا لا بد من الاشارة الى انه في حالة وجود ارض للزراعية في المنزل، يمكن وضع المواسير عموديا لتتجه مباشرة نحو الارض الزراعية. اما في حالة عدم وجودها بسبب تبليط ارض المنزل برمته بالبلاط، فيمكن تعليق المواسير بحيث تعلو سطح الارض بين 30 و40 سنتمتر، وهنا لا بد من اغلاق الفوه السفلية من الماسورة، وتجميع المياه المرتجعة نحو خزان خاص، بحيث يحتوي على مضخة مياه كهربائية متصلة بموقت يعمل مرة واحدة في اليوم او اليومين حسب فصول السنة، وذلك وفقا لحاجة كل نبات.
10. بالتجربة، امكن لنا زراعة الطماطم والكثير من الازهار المختلفة، كما يمكن زراعة العديد من الخضار، كالخيار والكوسة وغيرها من النباتات.
11. ان تثبيت المواسير بطول الحائط وبواقع 70 سنتمتر بين الماسورة والاخرى يمكننا من زراعة الحائط بالخضار الموسمية او الازهار، مما يفتح مجالا لتوفير مساحات منزلية غير مستغلة من ناحية، ومن ناحية اخرى يمكننا من اعادة استخدام نفس المياه مرات عديدة عبر الري الالي من خلال وضع مضخة في خزان تجميع المياه الراجعة من انابيب الري، على ان تعمل وفقا لموقت، مما يعظم الاستفادة من الوقت والجهد واستغلال المياه والاسمدة الذائبة فيها.

مخطط عام لمشروع زراعة منزلية رأسية في مواسير مثبتة على حائط



المصدر: من تصميم الباحث.

المراجع:

1. إسماعيل، علي نور الدين، التوقعات الاستراتيجية لتخطيط وإدارة موارد المياه في دول مجلس التعاون، التعاون، السنة 10، رقم 38، السنة 1995.
2. أورينت برس، نقلا عن صحيفة اخبار الخليج البحرينية، 15 يناير 2013.
3. برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، تقرير التنمية البشرية لعام 1998.
4. خاطر، احمد رشاد، الواقع المائي في البحرين: الخيارات المطروحة وواقعية الحلول (ورقة عمل)، جمعية الاقتصاديين البحرينية، ندوة اقتصاديات إصلاح الوضع المائي، 7 مارس 1995.
5. زكريا خنجي، اخبار الخليج، استهلاك المياه في البحرين، 29 مايو 2012
6. عامر ذياب التميمي، استهلاك الطاقة في الخليج والأعباء المرتقبة، الحياة، 17 يناير 2013
7. عبد الجميد احمد عبدالغفار، الاستثمار في الزراعة، المبادرة الوطنية لتنمية القطاع الزراعي، 2013.
8. عبد الجميد احمد عبدالغفار، تكلفة تدهور المورد المائي الجوفي في مملكة البحرين، مركز البحرين للدراسات والبحوث، 2003.
9. صادق، عبد الكريم، والبرغوثي، شوقي، مشكلات المياه في الوطن العربي: إدارة الموارد النادرة، المياه في الوطن العربي آفاق واحتمالات المستقبل، بيتر روجرز وبيتر ليدون (تحرير)، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، دولة الإمارات العربية المتحدة، ترجمة شوقي جلال، الطبعة الأولى، 1997.

10. صحيفة الوسط البحرينية، العدد 3065، 27 يناير 2011
11. صحيفة اخبار الخليج البحرينية، 15 يناير 2013، نقلا عن الأورينت برس.
12. المنصور، خليفة إبراهيم، واقع ومستقبل مياه الشرب في البحرين، أعمال حلقة نقاشية خاصة حول جودة مياه الشرب في البحرين، 27 يونيو 1998.
13. وليد خليل زباري، وإسماعيل المدني وصباح الجنيد وشوقي المناعي، "التغير في ملوحة المياه الجوفية"، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، جامعة الكويت، العدد 78، يوليو 1995.
14. وزارة المياه والري، المملكة الاردنية الهاشمية، الموقع الإلكتروني.
15. شركة القيادة للتجارة العربية، http://arablatrade.com
16. http://alyaseer.net

الملاحق التوضيحية

تقطيع الماسورة

تليين الماسورة واغلاق طرفها السفلي

ملء الماسورة بالمادة الحاضنة للجذور

زراعة الماسورة

بالإمكان تثبيت المواسير بطول الحائط وبواقع 70 سنتمتر بين الماسورة والاخرى

بالإمكان وضع الماسورة بصورة افقية