تطوير نظام محلى للاستخدام الأخضر للمياه فى المجتمعات العمرانية المصرية

أ.م.د. أبوالفتوح سعد شلبي
قسم التصميم العمراني - كلية التخطيط الإقليمي والعمراني - جامعة القاهرة

م.م. أمل السيد إسماعيل
قسم التخطيط البيئي - كلية التخطيط الإقليمي والعمراني - جامعة القاهرة

الملخص

وفق مؤشر الإجهاد المائي العالمي، تُصنف مصر ضمن الدول التي تعاني من الفقر المائي، وهو وضع مرشح للتفاقم ما لم تتخذ التدابير والإجراءات اللازمة لمواجهته. في ذات السياق، يمثل فكر المجتمعات العمرانية الخضراء المتنامي عالمياً بديلاً واعداً للمجتمعات العمرانية التقليدية حيث يعمل على تحقيق مبادئ الاستدامة والحفاظ على البيئة من خلال عدة محاور منها زيادة كفاءة استخدام المياه وتنمية الموارد المائية. ويستدعي ذلك دراسة إمكانية الاستفادة من هذا الفكر محلياً بحيث تُؤهل البيئة العمرانية المصرية للقيام بدورها في التخفيف من حدة هذا الوضع المائي المتأزم، خاصة في ظل غياب نظام محلي متكامل لتطبيق الحلول الخضراء. واعتقاداً في عدم ملائمة التطبيق الحرفي محلياً لما هو متبع عالمياً، وذلك لاختلاف الظروف البيئية والاجتماعية، يطرح هذا البحث السؤالين التاليين: ما هو النظام المحلى لتحقيق الاستخدام الأخضر للمياه فى المجتمعات العمرانية المصرية؟ وما هي العوامل الحاكمة/المشكلة لهذا النظام؟

تعتمد استراتيجية هذا البحث الكيفي Qualitative research في الإجابة على تلك التساؤلات على بناء إطار نظرى لأسس ومعايير تحقيق الاستخدام الأخضر المستدام للمياه في سياقه العالمي، يتم عرضه ومناقشته مع الخبراء المحليين ذوي الصلة من خلال المقابلات محددة الأسئلة Structured Interviews وباستخدام أسلوب دلفاى Delphi Method نحو استخلاص النظام المحلى للاستخدام الأخضر للمياه والتعرف على أسباب وعوامل تشكيله.

وقد خلص البحث إلى بناء نظام محلي يؤهل البيئة العمرانية المصرية نسبياً للاستخدام الأخضر للمياه بالشكل الذي يعكس خصوصية الحالة المصرية إلا أنه يتسم في ذات الوقت ببعض القصور والاختلاف حول مكوناته، وهو ما يستدعي المزيد من البحث للنظر في علاج أوجه القصور من خلال التعامل مع مسبباته.

الكلمات الدالة: المجتمعات العمرانية الخضراء، الاستخدام الأخضر للمياه، التصميم العمراني ذو الحساسية المائية.

المقدمة

تمثل قضية **ندرة المياه**[١] الشاغل الأكبر للعديد من دول العالم في الآونة الأخيرة، سواء التى تعانى من ندرة الموارد المائية العذبة أو حتى وفيرة الموارد[٢]. وطبقا للتقرير الصادر عن الأمم المتحدة لعام ٢٠١٥، تحتل تلك القضية الهدف السادس من أهداف التنمية المستدامة الأممية لعام ٢٠٣٠، كما أنها من أكثر القضايا التي تهم العديد من الدول العربية[٣] ومن ضمنها مصر (World Bank, 2014; UNEP, 2015)، وهو ما تؤكده رؤية مصر للتنمية المستدامة ٢٠٣٠ حيث تستهدف تحقيق الإدارة الرشيدة والمستدامة للموارد المائية على رأس أهدافها البيئية بما يضمن تحقيق الأمن المائى المصرى (وزارة التخطيط والمتابعة والإصلاح الإدارى، ٢٠١٦).

وبتقييم الموقف المصرى لقضية ندرة المياه، نجد إنخفاض مجموع الموارد العذبة مقارنة بالاستهلاك، حيث تعاني مصر من نقص في الموارد المائية تقدر بحوالي ١٣,٤ مليار م٣ سنوياً[٤] (وزارة البيئة، ٢٠١٧)، كما تشير الدراسات الكمية لاستهلاك المياه الى انخفاض نصيب الفرد من الموارد المائية العذبة ليصل إلى ٦٥٠ متر٣/الفرد/السنة لعام ٢٠١٥، وهو ما يدخل مصر في نطاق الدول ذات الندرة المائية (الفقر المائى) وفقاً

---

[١] في هذا البحث، يشير مصطلح ندرة المياه إلى الخلل الحادث فى العلاقة بين العرض والطلب على الموارد المائية، والذى ينتج عن إستهلاك كميات كبيرة من المياه العذبة في حين لم تعد الموارد المائية المتاحة قادرة على تلبية المتطلبات الإنسانية والإيكولوجية (World Bank, 2009).

[٢] يؤكد البرنامج البيئي للأمم المتحدة أنه لو استمر النمط الحالى لاستهلاك المياه كما هو فسوف يعيش ثلثى العالم تحت ضغط مائى بحلول عام ٢٠٢٥ (UNEP, 2012)، كما تشير كثير من الكتابات العلمية إلى أنه من المتوقع أن يرتفع عدد الأشخاص الذين يعيشون في المناطق المتضررة من الإجهاد المائي الشديد من ١ مليار إلى أكثر من ٣,٩ مليار حتى سنة ٢٠٣٠ (Hammer et al., 2011).

[٣] أكثر من ٥٠% من الدول العربية تستهلك من المياه ما يفوق إحتياطى تلك الدول من المياه العذبة (World bank, 2014).

[٤] بالرغم من ذلك، يصل الفاقد السنوى في شبكة توزيع المياه النقية ١,٥ مليار م٣ نتيجة لتهالك خطوط تلك الشبكة (وزارة البيئة، ٢٠١٧).

لمؤشر الإجهاد المائى Water stress indicator[٥] (وزارة التخطيط والمتابعة والإصلاح الإدارى، ٢٠١٦; وزارة البيئة، ٢٠١٧).

هذا، وتتفاقم تلك القضية محلياً فى ظل احتمالات التأثيرات السلبية للتغيرات المناخية، وتحديات النمو السكاني، واتساع الأنشطة الاقتصادية، وتنامي الخلافات الدولية حول السدود الجارى والمقترح إقامتها، وزيادة معدلات التلوث[٦]، مما يؤدى إلى تزايد حجم الطلب على المياه مع إحتمالية انخفاض الموارد المائية المتوفرة وتلوثها، ومن ثم العجز عن تلبية الاحتياج المائى لمختلف القطاعات والأنشطة التنموية. وتشير هذه العوامل مجتمعة إلى كارثة مائية محتملة ما لم تتخذ التدابير والإجراءات اللازمة لمواجهتها (وزارة البيئة، ٢٠١٧ ,UNEP 2012;).

وتسهم **البيئة العمرانية**، باعتبارها بؤرة التواجد والنشاط البشري، في تفاقم تلك الكارثة المائية من خلال المنظومة التقليدية غير المستدامة للمياه بالبيئة العمرانية، وما تحدثه من اختلال في دورة المياه الطبيعية، فتقل عمليات امتصاص المياه بسبب الأسطح المنشأة والمرصوفة وتضطرب عمليات البخر وتتلوث المياه السطحية ومن ثم المجاري المائية التي تصب فيها، ويقل معدل تغذية المياه الجوفية، وتتأثر سلباً إمدادات المياه كماً ونوعاً، فضلاً عن التأثير السلبى على المناخ العمرانى (Hoyer et al., 2011; USEPA, 2014 ;عبدالعال، ٢٠١٠).

وفى هذا السياق، ظهر حديثاً الاتجاه العالمى المتنامي نحو تطبيق مدخل **المجتمعات الخضراء** كبديل للمجتمعات العمرانية التقليدية، والذى يعمل على تحقيق مبادئ الاستدامة والحفاظ على البيئة من خلال مجموعة من محاور العمل الرئيسية منها زيادة كفاءة استخدام المياه وتوفير كميات إضافية من المياه العذبة من خلال عمليات التجميع والترشيح وإعادة الاستخدام لمياه الصرف والأمطار. ومن ضمن أدوات ذلك المدخل "أنظمة التقييم البيئى"[٧] للمبانى والمجتمعات العمرانية مثل LEED, BREEAM, CASBEE, DGNP, PCRS، وأساليب التصميم العمرانى ذو الحساسية المائية Water Sensitive Urban Design (WSUD)[٨]، مما يستلزم دراسة إمكانية الاستفادة من هذه الأفكار والمبادئ العالمية التي يمكن أن تمّكن البيئة العمرانية من أن تلعب دوراً هاماً في قضية ندرة المياه محلياً (السيد، ٢٠١٥; اللحام، ٢٠١١ ,UNEP, 2015; USEPA, 2014).

إشكالية البحث

تتمثل الإشكالية الرئيسية التي يرتكز عليها هذا البحث في الآتى:

١- لا يوجد في مصر حتى الآن نظام متكامل لتطبيق الحلول الخضراء بالمجتمعات العمرانية، في قلبه منظومة متكاملة للاستخدام الأخضر للمياه. فبالرغم من تبنى الحكومة المصرية لمجموعة من التوجهات لمواجهة ندرة المياه ومشكلات تدهور البيئة المائية - مثل الخطة القومية لوزارة الموارد المائية والرى (٢٠٠٥) حتى عام ٢٠١٧[٩] - والتى تهدف مجتمعة إلى توفير كميات مقبولة من المياه العذبة يمكن الاستفادة منها، إلا أن تلك التوجهات تتسم بكثير من العمومية وإغفال التفاصيل الضرورية اللازمة للتطبيق الفعلى، كما تفتقر إلى الحلول المكانية الواقعية التي تلائم الأنماط المكانية والقطاعية المختلفة فى

---

[٥] يشير مؤشر الإجهاد المائى Water stress indicator إلى مدى توافر المياه للشخص الواحد من خلال مجموع موارد المياه العذبة إلى مجموع السكان (سالم، ٢٠١٤; Abdel-Gawad, 2007). ووفقا لهذا المؤشر تصنف الدولة كدولة معرضة لندرة المياه Water vulnerability حين يتراوح المعدل السنوي لنصيب الفرد من ١٧٠٠ إلى ٢٥٠٠ متر٣/فرد سنويا، وتصنف كدولة ذات إجهاد مائى Water stress حين يتراوح من ١٠٠٠ إلى ١٧٠٠ متر٣/فرد سنوياً، بينما تعتبر من الدول التى تعاني من الفقر المائي الشديد أو ندرة المياه Water scarcity عندما يقل نصيب الفرد عن ١٠٠٠ متر٣ سنوياً (UNEP, 1999).

[٦] تزداد معدلات التلوث على نهر النيل لتصل الي ١٨,٩٢مليار م٣ سنوياً (١٣,٧ مليار م٣ صرف زراعى محمل بالصرف الصحى العشوائي، ١,٠٦ مليار م٣ صرف صحى ناتج عن محطات المعالجة، ٦٩٧ مليون م٣ صرف صناعى (جارى توفيق أوضاعهم البيئية)، إضافة إلى ٤,٢ مليار م٣ صرف ناتج عن تبريد المحطات الكهربائية) وهو ما يقلل بدوره من كمية المعروض من المياه العذبة سنوياً (وزارة البيئة، ٢٠١٧؛ MFA , 1998).

[٧] أنظمة التقييم البيئى Environmental Rating Systems هي أنظمة وضعت لتحقيق مبادئ الاستدامة والعمران الأخضر من خلال مجموعة العناصر والمعايير والاجراءات التى تحكم الأداء البيئى للتجمعات، ويتم تقييم وتصنيف التجمعات العمرانية من خلال درجات ونقاط توضح أداء المبنى/ التجمع وتميزه بيئياً (Younan, 2011 ; عبدالعال، ٢٠١٠).

[٨] التصميم العمرانى ذو الحساسية المائية Water-Sensitive Urban Design (WSUD) هو مصطلح نشأ فى أستراليا بهدف الحد من تدهور البيئة المائية وتحقيق إستدامة الموارد المائية فى البيئة العمرانية (Morgan et al., 2013)، وذلك من خلال مجموعة من الأساليب الإدارية والتصميمية لدمج التصميم العمرانى وإدارة الموارد المائية بما يساهم في تقليل استهلاك المياه النقية (السيد، ٢٠١٥)، إضافة الى الارتقاء بالجوانب الجمالية والوظيفية بالبيئة العمرانية (JSCWSC, 2009).

[٩] تضم تلك الخطة ثلاثة محاور رئيسية: زيادة كفاءة الاستخدام للموارد المائية المتاحة وتنمية موارد مائية جديدة والحفاظ على نوعية المياه فيما يطلق عليه الإدارة الكلية لمورد المياه ((Total Resorce Management (TRM).

مصر (السيد، ٢٠١٥ ;MWRI, 2005). إضافة إلى ذلك، يقتصر نظام تقييم الهرم الأخضر للمبانى (GPRS) التابع لمركز بحوث الإسكان والبناء في أغلبه على طرح بعض المعايير لتحقيق كفاءة استخدام المياه داخل المبانى دون خارجها (ودون الاشارة الى التفاصيل والاجراءات اللازمة لتطبيقها)، في غياب حالي لنظام محلى متكامل لتقييم الأداء البيئى للتجمعات العمرانية المصرية (وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، ٢٠١١; عبد العال، ٢٠١٠; السيد، ٢٠١٥; Younan, 2011).

٢- العديد من الأنظمة المتبعة فى كثير من دول العالم غير ملائمة للتطبيق محلياً نظراً لإختلاف الظروف البيئية والاجتماعية، مما يعكس ضرورة تطوير نظام محلى يضم الأسس والمعايير الخضراء للتعامل مع منظومة المياه عمرانياً بما يتناسب مع خصوصية الحالة المصرية (السيد، ٢٠١١; عبد العال، ٢٠١٠; Younan, 2011).

التساؤلات البحثية

في إطار ما سبق، يطرح البحث التساؤلين التاليين:

١- ما هو النظام المحلى الملائم لتحقيق الاستخدام الأخضر للمياه فى المجتمعات العمرانية المصرية؟

٢- ما هي العوامل الحاكمة/المشكلة لهذا النظام؟

منهجية البحث

للإجابة على التساؤل البحثي يقوم البحث بالآتي:

أولا/ بناء إطار نظري لأسس ومعايير تحقيق الاستخدام الأخضر المستدام للمياه

وذلك من خلال إعداد دراسة نقدية للعديد من الكتابات العلمية للرؤى والتجارب العالمية ذات الممارسات الأفضل وأنظمة التقييم العالمية للمجتمعات الخضراء، مجمعاً ومركباً للأفكار المطروحة في هذا الصدد. حيث تم الاستفادة من هذه الدراسة في بناء إطار نظري متكامل تم استخدامه كأداة أولية لتدعيم أدوات البحث الميدانى.

ونظرا لتعدد أنظمة التقييم العالمية، فقد تم اختيار الأنظمة المعتمدة دولياً والأكثر تطبيقاً وانتشاراً على مستوى العالم، والمتمثلة في نظام LEED-ND (2009) في الولايات المتحدة، ونظام BREEAM-Communities (2011) في المملكة المتحدة، كما تم اختيار الأنظمة ذات الظروف البيئية المماثلة للنسق البيئى المصرى ذو المناخ شبه الجاف والمتمثل فى نظام PCRS (2011) فى دولة الإمارات العربية المتحدة. وذلك بالإضافة الى معايير كفاءة استخدام المياه في التجربة المصرية للتقييم الأخضر للمبانى GPRS (2011) كنواة لصياغة نظام محلى للاستخدام الأخضر للمياه.

ثانيا/ عرض ومناقشة الإطار النظري مع الخبراء المحليين ذوي الصلة نحو تطوير النظام المحلى للاستخدام الأخضر للمياه والتعرف على العوامل المشكلة لهذا النظام.

استخدم البحث المنهج الكيفى Qualitative approach في تجميع وتحليل آراء مجموعة مختارة من الخبراء والمختصين المحليين، في مجالات التصميم والتخطيط العمرانى والبيئة وتنسيق المواقع والهندسة الصحية[١٠]، حول الأسس والمعايير والإجراءات الملائمة لمواجهة مشكلة ندرة المياه وتحقيق استدامة البيئة المائية بالمجتمعات العمرانية المصرية. وتم ذلك من خلال عرض ومناقشة الإطار النظري مع الخبراء أثناء المقابلات محددة الأسئلة[١١] Structured Interviews التي أُجريت معهم باستخدام اسلوب دلفاى Delphi

[١٠] تم تحديد مجموعات الخبراء والمتخصصين المحليين باستخدام إسلوب Purposive Sampling ومع تطور البحث تم استخدام إسلوب Snowball Sampling لإستكمال المقابلات. وبالرغم من إختلاف تخصصات الخبراء فقد تم توجيه أسئلة المقابلة لهم جميعاً بإعتبار التداخل الحادث بينهم، ورغبة في معرفة كيف يدرك كل تخصص دور وأهمية التخصص الآخر في هذه العملية وكذلك تحديد أوجه الاتفاق والاختلاف بينهم بهدف تقييم مدى الترابط والتكامل بين الجهات التخصصية المختلفة وتحديد نقاط الضعف التى تحول دون الوصول إلى أرضية مشتركة بينهم (إن لم توجد). وجدير بالذكر أنه بالإضافة إلى التخصصات المختلفة للخبراء، فهم أيضاً ممثلين لجهات مختلفة، تشمل جهات أكاديمية (بنسبة ٢٨% من العينة) لحاجة البحث الى الخبرات والدعم الاكاديمى خاصة في مرحلة التخطيط، وجهات إستشارية (بنسبة ٣٠%) لإكساب النظام المحلى الكفاءة التقنية وفاعلية التطبيق والانتقال من مرحلة الدراسة والتخطيط الى الخطوات التصميمية، إضافة الى خبراء ممثلين لجهات تنفيذية مختلفة (بنسبة ٢٨%) بهدف ربط العلم بالواقع وبحث إمكانية دمج الحلول الخضراء المستدامة فى اساليب التخطيط والتصميم والتنفيذ التقليدية، وأخيرا العناصر الإدارية (بنسبة ١٤%) والتى تعتبر محور اساسى فى ادارة ومتابعة العملية التخطيطية فى مراحل المشروعات المختلفة.

[١١] تضم أسئلة المقابلات ثلاث مجموعات رئيسية متعلقة بتقليل الاستهلاك، واستخدام موارد المياه غير التقليدية، وأخيراً الأطر الإدارية والمؤسسية. وإتسمت إجراء المقابلات مع الخبراء برغبة العديد منهم في تقليل وقت المقابلة قدر الإمكان نظراً لإنشغالهم.

Method[١٢]، للوصول إلى وضع نظام محلى متكامل للاستخدام الأخضر للمياه والتعرف على أسباب وعوامل تشكيله. وقد قام الباحثان بتكويد أسماء الخبراء (انظر جدول "١" في نهاية البحث بقائمة الخبراء الذين تم إجراء مقابلة معهم) بحيث يتم الاعتماد على الرموز بدلاً من التصريح بالأسماء بما يتوافق مع أسلوب دلفاى لتحليل واستخلاص نتائج المقابلات[١٣].

هيكل البحث

يتكون هذا البحث من ثلاثة أجزاء رئيسية بخلاف المقدمة. يقوم الجزء الأول ببناء الإطار النظرى لمعايير تحقيق الاستخدام الأخضر للمياه في المجتمعات العمرانية. كما يستعرض أيضاً، وبالتوازي، النظام المحلى الأكثر ملائمة لظروف وخصائص البيئة المصرية بحيث يتم عرض بند ما من بنود الإطار النظري يعقبه البند المقابل في النظام المحلي. ويُجمل الجزء الثانى النظام المحلي ويناقش العوامل التي أثرت في عملية تشكيله. ثم يلخص الجزء الثالث أهم نتائج البحث ويقترح بعض التوصيات.

١ الإطار النظرى والنظام المحلى لمعايير تحقيق كفاءة استخدام المياه فى المجتمعات الخضراء

يتناول هذا الجزء الإطار النظري بما يحويه من أفكار وأسس ومعايير مقترحة/معمول بها عالمياً لتحقيق الاستخدام الأخضر للمياه في المجتمع العمرانى، والتي تم تصنيفها في هذا البحث إلى أربعة مجموعات رئيسية تبدأ بوضع استراتيجية لإدارة منظومة المياه في التجمع العمرانى، يليها سبل تقليل استهلاك المياه في المبانى والفراغات الخارجية، ثم طرق توفير مصادر بديلة للمياه النقية تشمل التوسع في استخدام مياه الأمطار والسيول العمرانية (Storm water/Runoff) وإعادة استخدام مياه الصرف المعالج والاستخدام الآمن للمياه الجوفية، وأخيراً الحد من الفاقد في المياه الناتج عن تسرب الشبكة. من خلال تلك المجموعات المطروحة يتم أيضاً استعراض ومناقشة النظام المحلى في ضوء البنود الرئيسية والثانوية المكونة لها مبيناً أوجه الاتفاق أو الاختلاف معها ونقاط التطوير أو التعديل وفقا لآراء الخبراء، ومشيراً أيضاً لأوجه الاختلاف بين مجموعات الخبراء كلما وجدت.

١/١ إدارة منظومة المياه داخل التجمع العمرانى

تمثل إدارة منظومة المياه في التجمع العمرانى متطلب أساسى لنجاح مبادئ تحقيق الاستخدام الأخضر للمياه، وتتطلب وضع استراتيجية شاملة لتحقيق كفاءة استهلاك المياه مع ضرورة تفعيل المشاركة المجتمعية وتطوير برامج التوعية وتعديل الأطر القانونية والتشريعية ذات الصلة كمتطلبات هامة لضمان تفعيل ونجاح تلك الاستراتيجية، وذلك كما يلى:

١/١/١ بناء استراتيجية شاملة لتحقيق كفاءة استهلاك المياه النقية

يتم وضع استراتيجية شاملة لإدارة منظومة المياه بالتجمع العمراني تأخذ فى اعتبارها الطلب الحالى والاحتياج المستقبلي مقابل القدر المتاح من المياه النقية، ومن ثم تقوم بصياغة الخيارات والإجراءات المقترحة لتقليل استهلاك المياه للاستخدامات المختلفة وتوفير مصادر بديلة بما يتكامل مع أهداف واستراتيجيات التنمية المقترحة واحتياجات المجتمع المحلية (ADUPC, 2011 ;LGS, 2012 ;Jacobs, 2010). وتختلف تلك الإجراءات من منطقة إلى أخرى داخل المدينة الواحدة وفقاً لخصوصية كل منطقة وما تمثله من إمكانيات/محددات لتحقيق كفاءة الاستهلاك المنشودة (Jacobs, ٢٠١٠).

٢/١/١ المشاركة المجتمعية والتوعية والتشريعات

وربما تسبب ذلك في عرض موجز وإجابات موجزة لبعض الموضوعات المطروحة (خاصة ما يتعلق باستخدام مصادر بديلة للمياه) والذى أثر على اتسام النظام المحلى بالعمومية في أكثر من موضع كما سيشار إليه لاحقاً.

[١٢] إسلوب دلفاى Delphi method هو طريقة منهجية تفاعلية متخصصة فى مناقشة الظواهر الجديدة وتوقع النتائج، وتعتمد على إجراء جولتين أو أكثر من المقابلات مع مجموعة من الخبراء للتعرف على آرائهم بخصوص ظاهرة/موضوع ما، ويتضمن ذلك أيضاً تحديد الأسباب التي بنيت على أساسها آرائهم واختياراتهم، والوقوف على وجهات النظر المشتركة والمتضاربة، وبما يسمح للخبراء مراجعة إجاباتهم السابقة فى ضوء ردود الأعضاء الآخرين، وذلك بهدف تقليص نطاق الإجابات وتدقيق النتائج لتحقيق اقصى توافق ممكن في الآراء أو تبين اتجاهات فكرية واضحة بينهم (Richer, 1998). وفى هذا البحث، تم إجراء جولتين فقط من المقابلات مع الخبراء كانتا كافيتين لتحقيق أهداف البحث.

[١٣] وذلك لمنع هيمنة سلطة أو شخصية معينة، وتجنباً للحرج لما يطرحه الخبراء من آراء خاصة متعلقة بالأبعاد الثقافية والمجتمعية المشكلة للنظام المحلي المقترح، ليصير رمز (U) معبراً عن تخصص التخطيط والتصميم العمراني و(Ls) عن تخصص تنسيق المواقع و(Ci) عن تخصص الهندسة الصحية و(En) عن تخصص البيئة، وليصير رمز (Ac) معبراً عن الجهة الأكاديمية و(Co) عن الجهات الاستشارية و (Ex) عن الجهات التنفيذية و(Ma) عن الجهات الإدارية، وليُعبر مثلاً عن خبير أكاديمي في التصميم العمراني بـ (Ac.U 1, 2 etc.) وخبير تنفيذي في الهندسة الصحية (Ex.Ci 1, 2, etc.) وهكذا.

لا يتصور نجاح تلك الاستراتيجية في تحقيق أهدافها بمعزل عن المشاركة المجتمعية في مراحلها المختلفة بدءاً من التخطيط والإدارة وانتهاءاً بالتنفيذ والمتابعة والتقييم ثم التطوير، وذلك من خلال عقد لقاءات مفتوحة وورش عمل لمناقشة خطة الإدارة المستدامة للمياه على مستوى المدينة والأحياء (Wagner & Zalewski, 2009 ;LGS, 2012)؛ وتحفيز المواطنين لاقتراح تدابير جزئية محددة أثناء التنفيذ (Boer, 2010)، وخلق شراكات مع شركات الإمداد بالمياه لبحث جودة المياه ومعالجة مصادر التلوث (,GCCC; LGS, 2012 2006).

ويستلزم تحقيق أعلى عائد إيجابي من المشاركة المجتمعية تطوير برامج توعية وتعليم مستمرة لنشر الثقافة المائية والحفاظ على المياه، وتوضيح أهمية اتباع الأساليب الخضراء وتقنيات تقليل الاستهلاك وأساليب المعالجة وإعادة الاستخدام (LGS, 2012; GCCC, 2006; PHCC, 2011; HCC, 2006;SPG, 2012)، بالإضافة إلى صياغة وإعتماد اللوائح المجتمعية التي تضمن كفاءة منظومة المياه كماً ونوعاً، وتعديل الأطر القانونية والتشريعية بما يشتمل على مفاهيم الإدارة الخضراء المستدامة للمياه، وتطوير اكواد وقوانين البناء وهندسة الإمداد بالمياه لضمان تحقيق معايير كفاءة الاستهلاك (LGS, 2012).

النظام المحلي لإدارة منظومة المياه: اتفق الخبراء على استراتيجية ومتطلبات إدارة منظومة المياه داخل التجمع العمراني وضرورة العمل بها محلياً، وأكدوا على ضرورة تحسين نظم تخصيص وتوزيع المياه للاستخدامات والمناطق المختلفة ($Co.ls_{10}$, $Op.ls_{8}$, $Ex.ls_{4}$) وتفعيل المراقبة والتحكم في نمط استهلاك الموارد المائية ($Ac.u_{10}$, $Ac.ls_{2}$, $Co.ls_{10}$, $Co.ci_{10}$, $Ac.u_{3}$)، بينما أضاف $Ac.Ls_{9}$ إلى ذلك ضرورة تطوير وإنفاذ التشريعات المجرمة للإهدار.

١/٢ تقليل استهلاك المياه النقية

١/٢/١ تقليل استهلاك المياه النقية بالمباني

أشارت العديد من الكتابات العلمية والتجارب العالمية إلى مجموعة من الإجراءات والاشتراطات المقترحة/المطبقة لتقليل معدل استهلاك المياه النقية (الصالحة للشرب) داخل المباني[١٤] ليتراوح من ٨٠ إلى ١١٠ لتر/ الفرد/ اليوم، والتي من أهمها:

أ- استخدام التركيبات والأجهزة الصحية بالمطابخ ودورات المياه التي تقلل الفاقد- مقارنة بالتركيبات والأجهزة التقليدية - بنسبة ٢٠-٤٠% (ADUPC, 2011; CNU, NRDC & USGBC, 2009 ;DPLC, 2010)؛ وقد تصل إلى ٥٠ % خفض في الاستهلاك وأكثر[١٥] (LGS, 2012; EGBC, 2011)، وذلك سواء في المبانى الجديدة أو القائمة (CNU, NRDC & USGBC, 2009; BRE, 2011; EGBC, 2011; ADUPC, 2011; Wagner & Zalewski, 2009).

ب- استخدام مصادر بديلة للمياه النقية كإعادة تدوير مياه الأمطار ومياه الصرف المعالج في أعمال النظافة وري النباتات وغيرها، واقتصار استخدام المياه النقية على الاستخدامات الآدمية فقط (BRE, 2011).

ت- تقليل استهلاك المياه المستخدمة لتقليل الحرارة (التبريد) بالمباني بالإضافة إلى استبدالها بمصادر بديلة مثل المياه المعاد تدويرها أو أى مصادر خارجية متاحة لتوفر من ٢٥% الى ١٠٠% من الإحتياج للتبريد (ADUPC, 2011; EGBC, 2011)، مع إمكانية إنشاء شبكة تبريد مركزية داخل التجمع العمرانى (District Cooling System) بحيث تتصل على الأقل بـ ٣٥% من إجمالى المبانى داخل التجمع العمرانى (ADUPC; 2011).

النظام المحلى لتقليل استهلاك المياه بالمبانى: اتفق معظم الخبراء على أهمية استخدام الأجهزة والتركيبات الصحية الموفرة للمياه، وأشار بعضهم ($Co.u_{1}$, $Ac.ci_{6,7,8}$, $Ac.u_{3}$) إلى أنها يمكن أن توفر ما يقرب من ٣٠% من استهلاك المياه بالمنازل، بينما أكد $Ac.u_{3}$ على أهمية تعميم استخدامها فى مبانى الخدمات والمبانى العامة، باعتبارها أكثر الأماكن هدراً للمياه، وأيضاً المبانى السكنية للفئات ذات الدخول المرتفعة، مع مراعاة اختيار أجهزة سهلة الاستخدام بما يتلائم مع المستوى الثقافى والاجتماعى للسكان ($Co.u_{1,2}$)، بينما أشار ($Ac.u_{1}$) الى عدم جدوى استخدام هذه الاجهزة محلياً لإرتفاع تكلفتها وعدم ملائمتها للثقافة المصرية.

وأكد الخبراء بمختلف تخصصاتهم أنه حتى مع تطبيق أساليب الترشيد المقترحة وبمقارنة معدل الخفض العالمى وهو (٨٠-١١٠ لتر/ الفرد/ اليوم) بالمقنن المحلى وهو ٢٥٠-٣٠٠ لتر/ الفرد/ اليوم فى المجتمعات العمرانية

---

[١٤] هناك أيضا توجه لتقليل الفاقد من المياه خلال مرحلة إنشاء المبنى من خلال استخدام مواد بناء جاهزة (EGBC, 2011).

[١٥] يستهدف النظام الإسترالى للمبانى الخضراء خفض معدلات استهلاك المياه للمبانى حتى ٥٠ % في بداية المشروع لتصل إلى ٨٠ % بحلول عام ٢٠٥٠ من خلال تطوير التركيبات الصحية ونظم الإمداد الموفرة (LGS, 2012).

الجديدة، فإنه يصعب الوصول الى معدل الخفض المقترح عالمياً لاختلاف الثقافة المصرية والنمط المحلي الحالي لاستهلاك المياه، وأضاف خبراء الهندسة المدنية أنه يمكن أن ينخفض فقط الى (١٨٠-٢٠٠ لتر /الفرد /اليوم) في ضوء تلك الظروف.

كما إتفق نحو ٨٥% من الخبراء بإختلاف تخصصاتهم حول عدم جدوى استخدام أنظمة التبريد المركزية لارتفاع تكلفتها وعدم ملائمتها من الناحية الاقتصادية، واقترح بعض خبراء التخطيط وتنسيق المواقع بدائل زراعة الأسطح والحوائط Green roofs and walls، واستخدام مواد وأساليب بناء صديقة للبيئة، والإتجاه إلى بدائل التبريد الخارجي كأعمال التشجير والتظليل والعناصر المائية (المعتمدة على مصادر بديلة للمياه النقية) بما يقلل اكتساب المباني للحرارة ($Ac.u_1$, $Ex.ls_8$, $Ac.ls_9$).

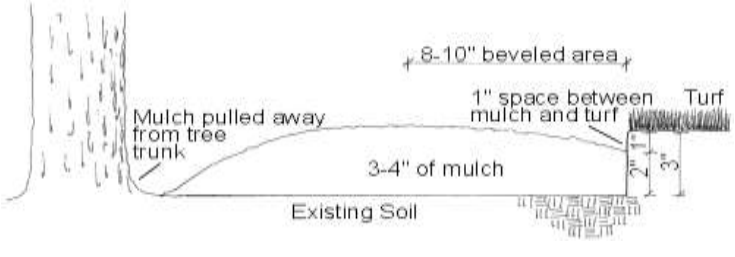
٢/٢/١ تقليل إستهلاك المياه النقية في تصميم وتنسيق الحدائق والفراغات الخارجية

نظراً لأن هناك نسبة كبيرة من المياه تستخدم لرى الحدائق وأغراض تنسيق الموقع، فإن تصميم وتنسيق الحدائق واختيار نوع النباتات وأساليب الرى تعتبر ذات اهمية كبيرة فى تقليل استهلاك المياه في ري الحدائق والفراغات الخارجية والذى يمكن أن يصل إلى ٥٠% خفض في الإستهلاك (CNU, NRDC & USGBC, 2009)، وذلك من خلال:

أ- تصميم وتنسيق الموقع بما يحقق كفاءة استهلاك المياه

- اختيار أنواع النباتات الأقل استهلاكاً للمياه (مثل النباتات الملحية والجافيات والنباتات عميقة الجذور)، فضلاً عن الفصائل النباتية المحلية أو المماثلة للمناخ المحلي (GCCC, 2006; University of Georgia, 2007; SPG, 2012).
- تحديد المقننات المائية للنباتات[١٦] بالفراغات الخارجية بحيث لا يتجاوز إجمالى المتوسط المائى ٤-٨ ل/م٢/يوم للحدائق، ٣-٥ ل/م٢/يوم للشوارع، أقل من ٢ ل/م٢/يوم للفراغات العمرانية (CNU, NRDC & USGBC, 2009 ;ADUPC, 2011 ;EGBC, 2011) مع الاخذ فى الاعتبار تفاوت تلك المتوسطات وفقاً للنطاق الجغرافي البيئي، وأنواع وتصنيفات النباتات (أشجار- شجيرات- نخيل...)، والكثافة النباتية، والظروف المناخية خلال فترات العام (CNU, NRDC & USGBC, 2009).
- تقسيم الموقع لمناطق متجانسة من حيث الاستهلاك للمياه ودمج النباتات ذات المتطلبات المائية المتماثلة فى موقع واحد Hydro zoning- grouping plants وفصل كل منطقة بمحبس مياه خاص (ADUPC, 2011; EGBC, 2011; Smith, 2013; University of Georgia, 2007).
- تحسين كفاءة التربة في الاحتفاظ بالمياه من خلال تقليل البخر باستخدام تربة المهاد mulch (Stromme, 2017; Kafafy & Haroon, 2014; University of Georgia, 2007) مثل نشارة الخشب و/أو استخدام المحسنات العضوية من بقايا النباتات وروث الحيوانات المتحلل وأوراق الشجر والعشب وغيرها (ADUPC, 2011) (شكل ١).

شكل (١) استخدام تربة المهاد لتحسين كفاءة التربة للإحتفاظ بالمياه (Stromme, 2017)



- تقليل مسطحات النجيلة Lawns وذلك باستخدام أنواع العشب المقاومة للجفاف Drought-tolerant turf/grassأو استبدالها بصناديق النباتات لتحديد المسارات (University of Georgia, 2007).
- الاستفادة من الميول الطبيعية لتوجيه جريان المياه الداخلي لرى النباتات الأقل تحملاً للجفاف (GCCC, 2006).

[١٦] يتم حساب تلك المقننات وفقاً للسنة الثالثة للزراعة حيث إكتمال نمو النباتات وثبات احتياجها المائى (ADUPC, 2011).

- التقليل من العناصر المائية مثل النافورات والبحيرات والبرك والشلالات الصناعية قدر الإمكان (SPG, 2012; ADUPC, 2011)، وتوفير المتطلبات المائية لتلك العناصر من مصادر المياه البديلة المتاحة والتى تشتمل مياه الصرف المعالج أو تجميع مياه الأمطار (EGBC, 2011; ADUPC, 2011 ;Malcolm et al., 2009 ;Reiseitl & Grau, 2006)، إضافة إلى تحديد أماكن تلك العناصر المائية بالقرب من النباتات الأكثر استهلاكاً للمياه للإستفادة من الفاقد في المواسير (إن وجد) (University of Georgia, 2007).

ب- تحقيق كفاءة نظام الرى المستخدم:

- استخدام تقنيات الرى الموفرة مثل الرى بالرش أو التنقيط أو الرى تحت السطحى (Titksha, 2017; Spech, 2017; Weebly, 2012; ADPUC, 2011; CNU, NRDC & USGBC, 2009).
- تنظيم أوقات ومرات الرى وفقاً لاحتياج النباتات واختلاف الفصول وحالة الطقس ونوع التربة، مع مراعاة الرى خلال فترة المساء للمناطق ذات معدلات البخر المرتفعة. (CNU, NRDC & USGBC,2009 ;BRE, 2011 ;ADPUC, 2011)
- استخدام مصادر بديلة لرى النباتات مثل مياه الأمطار والصرف المعالج (CNU, NRDC & USGBC, 2009 ;ADPUC, 2011).

النظام المحلى لتقليل إستهلاك المياه لتصميم وتنسيق الفراغات الخارجية: اتفقت مجموعات الخبراء مع الاطار النظرى حول أهمية استخدام النباتات قليلة الاستهلاك للمياه مثل النباتات الأصلية بالموقع Native plants كنخيل البلح والتين البرشومى($Ac.u_3$)، والنباتات الصحراوية الأكثر مقاومة للجفاف Arid plants مثل أكاسيا نيلوتيكا والفيكس نتدا وشجرة اللبخ والكافور البلدى ($Ac.u_1$, $Ac.ls_2$, $Ac.u_{10}$, $Co.ci_3$, $Co.u_1$)، والنباتات التى تتحمل الملوحة مثل (النخيل والزيتون والرمان) ($Co.u_1$, $Ac.u_{10}$)، وأضاف $Ac.u_1$ إمكانية أقلمة المناخ[١٧] للنباتات غير المحلية وتقليل احتياجها المائى الناتج عن تغير بيئتها، مع ضرورة التحول نحو هذه الأنواع النباتية بشكل تدريجى مراعاةً للبعد النفسى للمجتمع وتقبله لأنماط وأشكال جديدة من النباتات وتفهم ضرورة استخدامها. كما أضاف($Ac.u_3$) مراعاة التكلفة الاقتصادية للحصول على هذه الأنواع من النباتات والتى قد تزيد فى تكلفتها عن تلك المنتشرة حالياً.

هذا. واختلف الخبراء حول تقليل العناصر المائية، فبينما يرى قرابة ٥٠% من العينة ضرورة التقليل من تلك المسطحات لظروف الفقر المائى التى تمر بها مصر، يرفض البعض الآخر ذلك لأهميتها البيئية والاجتماعية وباعتبارها من المعالجات العمرانية الضرورية للتلطيف الحرارى وتقليل ظاهرة الجزر الحرارية Urban Heat Island، إضافة إلى افتقار العمران المصرى لوجود العناصر المائية والمسطحات الخضراء، مع توفير المتطلبات المائية اللازمة لها من مصادر المياه البديلة المتاحة.

كما أوصى معظم الخبراء بضرورة الدراسة التفصيلية لتقنيات الرى الحديثة ومدى ملائمتها لأنواع التربة المختلفة بمصر، حيث يرى $Ex.ls_8$ و $Co.u_1$ أن الرى بالرش أكثر ملائمة للتربة الطينية بينما يُعتبر الرى بالتنقيط أكثر ملائمة للبيئة الصحراوية لإرتفاع درجات الحرارة وزيادة البخر، فى حين يعتبر الرى تحت السطحى أكثر ملائمة للمناطق شديدة الحرارة ($Co.lS_{10}$). وأضاف $Co.u_1$ إمكانية استخدام أساليب الرى بالليزر[١٨] والرى بنظام الدائرة المغلقة[١٩] خاصة للفئات ذات الدخل المرتفع أو للمنتجعات السياحية والإسكان الفاخر نظراً لارتفاع تكلفتها مقارنة بالطرق الأخرى. وبالرغم من إجماع الخبراء على كفاءة تقنيات الرى الحديثة فى تقليل استهلاك المياه، إلا أن ٧٥% من خبراء الهندسة الصحية فضلوا أسلوب الرى اليدوى وذلك لانخفاض المهارة الفنية والدعم المالى اللازمين.

---

[١٧] يقصد بأقلمة المناخ : توفير الظروف المناخية الملائمة من حرارة ورطوبة وتربة اللازمة لتقليل استهلاك المياه للنباتات غير المحلية (Ac.u1).

[١٨] يقصد بالرى بالليزر: استخدام أشعة الليزر في تسوية الأرض في الميكنة الزراعية المتطورة بما يضمن توحيد مناسيب الأرض الزراعية وتجنب المنخفضات الناتجة عن أساليب التسوية التقليدية والتى تؤدي إلى تجمع وهدر كميات من المياه في تلك المنخفضات، مما يوفر ١٠-٢٠% من كمية المياه المستخدمة ويزيد من الإنتاجية الزراعية (صلاح ، ٢٠١٤).

[١٩] يقصد بأنظمة الدائرة المغلقة في عملية الرى والصرف: تطبيق نظام إلكتروني للتحكم فى كمية المياه المستخدمة في الري من خلال عمل مقارنة بين كمية المياه المدخلة وكمية المياه المنصرفة وبناءاً على هذه المقارنة تُرسل إشارة لنظام التحكم بإحداث التوازن المطلوب وهو ما يساعد على توفير المياه وتجنب الأخطاء البشرية أثناء عملية الرى (البحراوي، ٢٠١٥).

١/٣ استخدام مصادر مياه بديلة

تعرض الجزء السابق إلى طرق وأساليب تقليل استخدام المياه داخل المباني وفي الفراغات الخارجية بهدف ترشيد استخدام المياه النقية، ويُعنى هذا الجزء بالتوسع في مناقشة ترشيد استخدام المياه النقية عن طريق استخدام مصادر مياه بديلة بما تشتمله من تجميع واستخدام مياه الأمطار، وتجميع وإعادة استخدام مياه الصرف، بالإضافة إلى الاستخدام الآمن للمياه الجوفية، وذلك على النحو التالى:

١/٣/١ تجميع واستخدام مياه الأمطار والسيول

مياه السيل العمراني (Runoff - Stormwater)- والمشار إليها في باقي البحث بمياه السيل/السيول- هي ظاهرة عمرانية تنشأ نتيجة لما يحدثه العمران من تحويل/تغيير في البيئة الطبيعية مما يقلل نسبياً من قابلية امتصاص المياه، ونتيجة لهذا التغيير فإن الأمطار المتساقطة تتجمع وتبدأ في إحداث هذا السيل بدلاً من امتصاصها كما يحدث عادة بالبيئة الطبيعية.

وتمثل مياه الأمطار والسيول مصدر جيد يمكن الاستفادة به في تقليل الاحتياج للمياه الصالحة للشرب، وذلك من خلال حصاد تلك المياه (Water Harvesting) والاستفادة منها بدلاً من صرفها الى شبكات الصرف، والذى يزيد العبء على الشبكة ومحطات المعالجة المركزية المكلفة[٢٠]. كما يقلل حصاد مياه الأمطار والسيول من التلوث المحتمل حدوثه للممرات/المجارى المائية الطبيعية حين يصب فيها ذلك السيل المحمل غالباً بالمخلفات (من قمامة وفوارغ وخلافه). وبالتالي حصاد مياه السيول/ الأمطار يمثل تقنية ملائمة للحفاظ على البيئة (DEC, 2006)، إضافة إلى أن حصادها وإعادة استخدامها داخل العمران (وليس التخلص منها خارجه) يساعد في تقليل درجة حرارة العمران ويقلل أيضاً من ظاهرة الجزر الحرارية (Shalaby, 2011).

وتجدر الإشارة إلى أن حصاد مياه الأمطار والسيول لا يعد أمراً محصوراً على المناطق الرطبة شديدة الأمطار بل هو أمر أساسى ومطلوب في المناطق الجافة الحارة، بل ومعمول به نظراً لندرة المياه وصعوبة الحصول عليها. بل ذهب البعض إلى أن تجميع الأمطار بتلك المناطق أولى. ويكفي أن نشير في هذا الصدد إلى أن مصر يسقط عليها سنوياً 1.3 مليار م٣ سنوياً، وهي كمية غير مستغلة رغم حجمها وأهميتها (وزارة البيئة، ٢٠١٧).

وبشكل عام، فيما يتعلق بأساليب التعامل، فإن مياه الأمطار والسيول يتم إما جمعها وصرفها مباشرة إلى الطبيعة (محيطات- أنهار – سبخات) بعد تنظيفها من العوالق والنفايات المتجمعة بها، أو حصادها ومعالجتها لإعادة الاستخدام المباشر (University of Arizona, 2014 ;DEC, 2006) أو تخزينها للاستخدام اللاحق في حالة الجفاف (CNU, NRDC & USGBC, 2009; LGS, 2012 ;Boer, 2010 ;Wagner & Zalewski, 2009). ويمكن استخدام تلك المياه في ري المتنزهات والحدائق والملاعب وكسح المراحيض وغسيل الطرقات والفراغات العامة (University of Arizona, 2014). ويستلزم ذلك وجود خطة شاملة لإدارة مياه الأمطار والسيول من خلال تهيئة مناطق سقوط الأمطار وتصميمها بما يسمح بتجميع من ٨٠% إلى ٩٥% من إجمالي تلك المياه (ADUPC, 2011; BRE, 2011 ;CNU, NRDC & USGBC, 2009).

ومن الممكن حصاد مياه الأمطار والسيول على مختلف المستويات العمرانية بداية من المبنى الواحد والمبانى المتعددة، ثم المجاورة السكنية وشبكة الطرق المحلية، وحتى النطاق الإقليمى أيضاً Largel/ Regional scale. ويتم ذلك من خلال الأساليب التالية.

أ- أساليب تجميع وإعادة استخدام مياه الأمطار والسيول

تنقسم وسائل حصاد مياه الأمطار والسيول إلى مجموعتين رئيسيتين يتم استخدامهم سوياً أو منفرداً على حسب الحالة: الوسائل السالبة Passive methods، والوسائل الفاعلة Active methods (University of Arizona, 2014). وجدير بالذكر أن بعض أساليب نقل وتجميع مياه الأمطار هي نفسها أساليب للمعالجة والتي تستلزم الاهتمام بالصيانة المنتظمة لتعزيز الأداء الجيد المستمر (ADUPC, 2011).

الوسائل السالبة Passive mothods: تتمثل الوسائل السالبة عادة في تجميع وترشيح مياه الأمطار والسيول، بدون استخدام وسائل ميكانيكية، على المستوى السطحى (بالمسارات والطرق وأماكن الإنتظار وعلى أسطح المباني) أو تحت السطحى (الاسطح الطبيعية مثل المناطق الخضراء والأسطح الترابية)، لاستخدامها

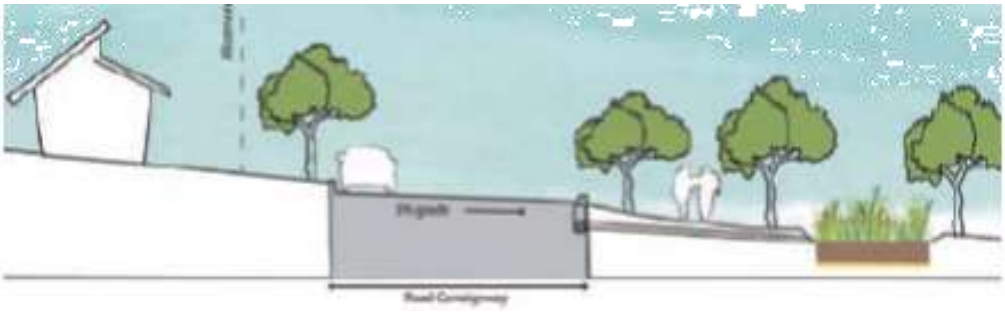
---

[٢٠] أيضاً، قد يصبح ضرورياً ضخ مياه الصرف إلى الطبيعة بعد المعالجة الأولية وقبل إستكمال المعالجة الثنائية والثلاثية لتجنب التحميل الشديد على المحطة في حالة المطر الشديد مما قد يسبب تلوث البيئة الطبيعية، ومن ثم يفضل معالجة مياه الامطار التى تتعرض فقط للتلوث السطحى بدلاً من صرفها إلى محطات المعالجة المركزية وبما يحقق الحد الادنى من معايير جودة المياه BRE, (ADUPC, 2011; 2009).

مباشرة في رى النباتات والأشجار وزيادة منسوب المياه الجوفية وخفض درجة حرارة العمران وتقليل تكلفة إنتاج مياه الشرب والحد من تلوث البيئة الطبيعية. وتضم تلك الوسائل ما يلي:

١- انشاء الطرق بميول عرضية ملائمة تتراوح من ١% الى ٣% تسمح بتصريف مياه الأمطار والسيول الى مناطق تنسيق الموقع المتاخمة لترشيحها واستخدامها في ري تلك المناطق/إعادة تدويرها مع مراعاة إختيار موقع المناطق الخضراء بجوار الطريق قدر الإمكان بما يقلل الفاقد من المياه (شكل ٢) (Malcolm et al., 2009; GCCC, 2006; JSCWSC, 2009).

شكل (٢) إنشاء الطرق بميول مناسبة لتصريف مياه الأمطار والسيول الى مناطق تنسيق الموقع المتاخمة



(Malcolm et al., 2009)

٢- قطع بردورة الطرق ومواقف السيارات Curb cut أو عمل بردورة طائرة Floating curb لصرف المياه لمناطق تنسيق المواقع المتاخمة أو المسارات المنخفضة الناقلة للمياه Swales.

٣- رفع مسارات الحركة Raised Paths للتخلص من مياه الأمطار الساقطة عليها للجانبين، وخلق مسارات منخفضة وحواجز خضراء طبيعية على جانبي تلك المسارات Swales & Buffer Strips لتجميع ونقل وخلخلة المياه، ويتم إنشاء تلك المسارات المنخفضة بميول طولية تتراوح من ١-٤% للحفاظ على كمية التدفق بدون خلق سرعات عالية تؤدي إلى تآكل/انجراف التربة السطحية أو تمثل مخاطر على السلامة العامة (شكل ٣) (GCCC, 2006; JSCWSC, 2009; Dreiseitl & Grau, 2006; PHCC, 2011).

شكل (٣) المسارات المرتفعة والحواجز الخضراء

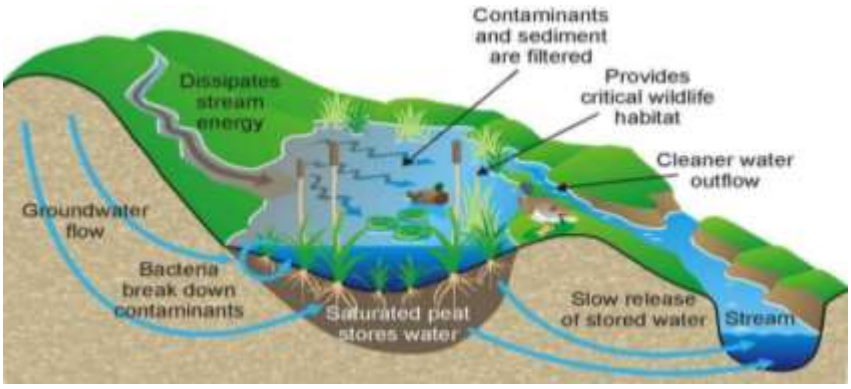
(Untitled illustration of a swale, 2017)

٤- استخدام مواد الرصف المسامية Porous Pavements التي تسمح بتخلخل المياه وإضافتها للمخزون الجوفى كالخرسانة المسامية والأرضيات الخشبية، والمسارات الحصوية والحجرية (JSCWSC, 2009).

٥- خلق مجموعة من المستويات بالمناطق المفتوحة ذات الطبوغرافيا المائلة لتعطيل جريان المياه والمساعدة على تخلخلها للتربة. أيضاً يمكن على تلك المستويات عمل منخفضات/أحواض صغيرة لتخزين المياه Small micro basins. وفى حالة زيادة تدفق المياه عن مستوى الحوض يتم صرفها الى مفيض ثانوى والذى يوجها مباشرة الى مسارات منخفضة ناقلة جانبية للتخزين او الاستخدام (JSCWSC, 2009; Wagner & Zalewski, 2009; GCCC, 2006;SPG, 2012). وكبديل آخر متبع، يمكن ملئ تلك المنخفضات بركام الحجارة والزلط لخلخلة المياه للتربة فيما يعرف بالمنخفضات الفرنسية/منخفضات الخلخلة Infiltration/French Basins.

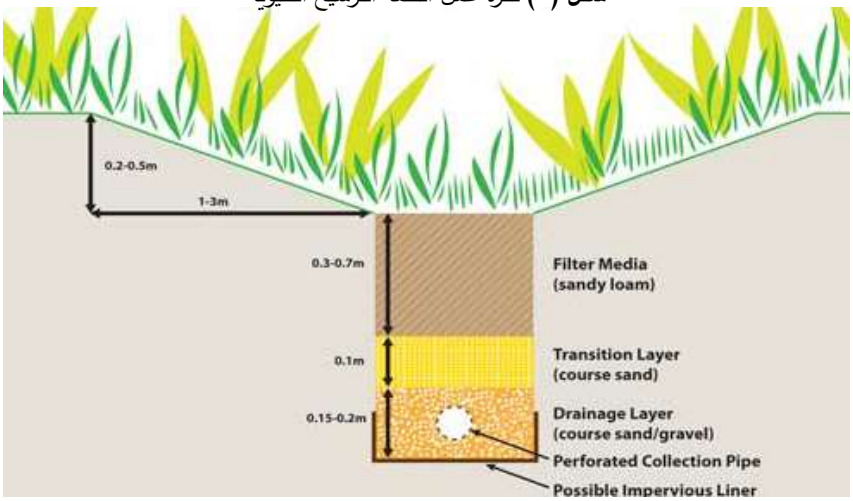
٦- استخدام أنظمة الأراضى الرطبة المشيدة Constructed Wetlands وهي مسطحات مائية سطحية ممتدة ومزروعة بكثافة تُستخدم لترشيح وامتصاص الملوثات البيولوجية من مياه السيول وخلخلتها لدعم المياه الجوفية أو المجاري المائية القريبة. وتتكون تلك الأنظمة من مساحات ترسيب مائية ذات عمق في حدود من ٢٥ إلى ٥٠سم وغطاء نباتى كثيف. يستقر في قاع تلك المساحات المائية المزروعة طبقة من الفحم الخثي المتراكم للاحتفاظ بالماء وخلخلته ببطء (Peat layer) وقناة جانبية للتدفقات العالية عندما يتجاوز تجمع المياه السعة التشغيلية المصممة (شكل ٤) (JSCWSC, 2009; GCCC, 2006; Wagner & Zalewski, 2009; Dreiseitl & Grau, 2006 ;SPG, 2012).

شكل (٤) فكرة عمل الأراضى الرطبة



(How Wetlands work, 2017)

شكل (٥) فكرة عمل أنظمة الترشيح الحيوية



(Example Section of Bioretention System, 2017)

٧- استخدام أنظمة الترشيح الحيوية Bioretention basins/systems أو حدائق الأمطار Rain Gardens وهى أنظمة تشبه الأراضي الرطبة المشيدة في الدور الذي تقوم به، ولكن تختلف عنها في الشكل وأنظمة المعالجة المستخدمة. فهي عبارة عن أحواض ذات غطاء نباتي وذات عمق مائي بسيط[٢١] وتربة فلترة بعمق كبير حيث تقوم تلك التربة بشكل أساسي بالتخلص من الملوثات (مدعومة بالدور الذي يلعبه الغطاء النباتي) (شكل ٥). ذلك، بينما تقوم الأراضي الرطبة المشيدة ذات المسطحات المائية السطحية المزروعة بكثافة بتفعيل أكبر لعملية الترسيب وتعظيم دور النباتات في التخلص من الملوثات (Mangangka et al, 2016).

٨- المرشحات الرملية Sand filters وهي أنظمة تتكون من طبقة من الرمال تمر من خلالها مياه الأمطار للمعالجة الأولية وإزالة الرواسب (وليست ذات غطاء نباتي على السطح كما في النظامين السابقين) (Malcolm et al.,2009).

[٢١] هناك تنوع في الحد الأدني للأبعاد المقترحة لأنظمة الترشيح الحيوية. كمتوسط، يكون أقل عمق بـ١٥ سم وعرض في حدود ٥م وطول لا يقل عن ضعف العرض بحد ادنى ١٢م وتربة فلترة بعمق من ٨٠-١٢٠سم (Malcolm et al.,2009; Browne, 2005).

٩- أحواض الترسيب Sediment basins [٢٢] وتكون عادة على شكل برك للتحكم في التدفقات المائية والمعالجة الأولية للمياه حيث يتم من خلالها إزالة ٧٠ -٩٠ % من الرواسب التي تزيد عن ١٢٥مم. لذا تستخدم هذه الاحواض عادة كمدخل للأراضى الرطبة أو أنظمة الترشيح الحيوية (JSCWSC, 2009).

١٠-إنشاء البرك والبحيرات Ponds and Lakes وتشكل من خلال الحفر تحت مستوى السطح الطبيعى لتجميع المياه، وغالباً ما تكون جزء من نظام احتجاز الفيضانات حيث تقوم بتجميع وحجز مياه السيل للسماح للعوالق الصلبة بالترسب لمنع دخولها لمجاري المياه الطبيعية وتعقيمها بالأشعة فوق البنفسجية (GCCC, 2006; JSCWSC, 2009; Dreiseitl & Grau, 2006).

١١-استخدام أنظمة الأسطح الزرقاء Blue Roofs، وهي أسطح ذات أدوات للتحكم في معدل تصريف مياه الأمطار وتجميعها وتخزينها بشكل مؤقت للاستفادة منها في أعمال الري وزراعة السطح بالإضافة إلى المساهمة في التقليل من ظاهرة الجزر الحرارية. وتشمل تلك الأدوات تركيب طبقة مسامية تحتفظ بالمياه داخلها/أسفلها أو عمل أرضية إضافية مرتفعة (شكل ٦) (Hoyer et al, 2011 ; Untitled illustration of a blue roof, 2017)، إلا أن هناك من اعتبر أن الاحتفاظ بالماء فوق أسطح المباني يمثل "حادثة تنتظر الوقوع" وتكلفة زائدة يمكن تجنبها (Finnie, 2013).

شكل (٦) الأسطح الزرقاء

(Untitled Illustration of a Blue Roof, 2017)

الوسائل الفاعلة Active methods: تتميز عن الوسائل السالبة بقدرتها على تجميع وتخزين المياه لاستخدامها لاحقاً في فترات الجفاف وليس فقط لأغراض الري أو شحن المياه الجوفية ولكن أيضاً للأغراض المنزلية (ككسح المراحيض)، إلا أن ذلك يتطلب معالجة جيدة لتلك المياه حتى تتحمل التخزين لفترات طويلة[٢٣] (GCCC, 2006; Dreiseitl & Grau, 2006; Malcolm et al., 2009; Browne, 2005 ;University of Arizona, 2014). ولذلك فهي تتطلب وسائل ميكانيكية لتجميع ومعالجة وتخزين المياه والتي بدورها تحتاج إلى صيانة، ومن ثم فهي أكثر كلفة (Pushard, 2015). وتشمل تلك الوسائل التالي:

١. خزانات مياه الأمطار Rain Tanks، والتي تبنى إما فوق الأرض أو تحتها. وعادة ما يتم تجميع المياه من أسطح المباني وغيرها وتحويلها ميكانيكياً بالجاذبية الأرضية أو بالمضخات لتلك الخزانات.

٢. ساحات المياه Water squares، وهي مجموعة من الفراغات المتدرجة من الحافة الى المنتصف وتنخفض تحت الأرض بمنسوب حوالي ١متر، ليتم استخدامها خلال فترات الجفاف كساحة عامة مفتوحة. وفي وقت الأمطار تستخدم كساحة للاحتفاظ بالمياه لمعالجتها وإعادة استخدامها أو صرفها مباشرة لدورة المياه الطبيعية (شكل ٧) (Boer, 2010).

شكل (٧) نماذج لاستخدام الفراغ العمرانى كساحة للمياه

(Ossip van Duivenbode, 2017)

ب- تعظيم الاستفادة من مياه الأمطار في ري المناطق المفتوحة بالمناخ الحار الجاف

يعرض هذا الجزء طريقة مقترحة لتنظيم تجميع مياه الأمطار والسيول بالمناطق ذات المناخ الحار الجاف وشبه الجاف (Arid & Semi-arid)، وذلك للاعتماد على تلك المياه بشكل أساسى في رى المناطق الخضراء المفتوحة. ويتم ذلك من خلال تقدير نسبة الأسطح المرصوفة/المبنية Catchment-Area، والتي تمثل منطقة استقبال وحصاد لمياه الأمطار والسيول على مدار العام، إلى المسطح الأخضر المنزرع Tree Canopy-Area وهى المساحة التي يمكن زراعتها باستخدام تلك المياه.

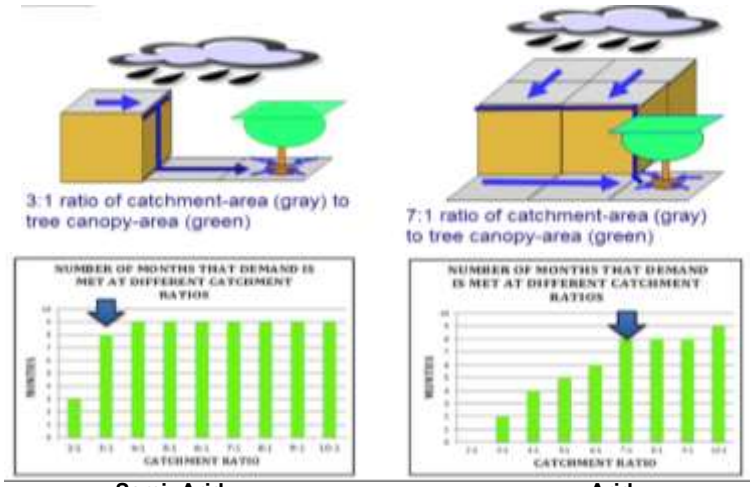
---

[٢٢] يشار الى احواض الترسيب في بعض الكتابات العلمية كمرادف للبرك والبحيرات الصناعية. وقد ارتبط ظهورها بمواقع الإنشاءات لمنع مياه السيل من حمل مخلفات البناء لمجاري المياه القريبة إلا انها صارت أحد الأساليب المستخدمة في تنقية مياه السيل من الشوائب قبل ضخها في دورة المياه الطبيعية او إعادة استخدامها في اغراض الري (CSQA, 2003).

[٢٣] كوسيلة أخرى لتقليل تكلفة المعالجة، يمكن ضخ وتخزين مياه الأمطار بطبقات المياه الجوفية لإعادة استخدامها لاحقاً في فترات الجفاف وبما يضمن عدم حدوث تدهور فى نوعية المياه (SPG, 2012; PHCC, 2011; Wagner & Zalewski, 2009).

ذلك، حيث يتم حساب حجم الأمطار المتساقطة على مدار شهور السنة وإحتساب ٥٠% منها كحجم مياه مؤثر وفاعل آخذاً في الاعتبار عوامل تغير المناخ واختلاف معدل تساقط الأمطار من منطقة لأخرى وخصائص السطح والتربة من حيث المسامية والقدرة على الاحتفاظ بالمياه أو جريانها. وعلى الجانب الآخر، يتم احتساب احتياج النباتات من المياه على مدار أشهر العام (وهى نباتات محلية او مستوردة من أماكن صحراوية أخرى تتحمل الجفاف، وكلاهما لا يحتاج إلى كميات كبيرة من مياه الرى). وعلى أساس المقارنة بين حجم المياه المؤثر من الأمطار شهرياً مقابل حجم المياه المطلوب على مدار معظم السنة لرى النباتات، يتم تقدير نسبة الأسطح العمرانية الحاصدة لمياه الأمطار إلى نسبة الأخضر المنزرع Catchment to Canopy Area Ratio بالشكل الذى يضمن كفاية مياه الأمطار لزراعة الأشجار والنباتات على مدار معظم العام، ومن ثم تقليل المياه النقية المستخدمة في الري (University of Arizona, 2014).

شكل (٨) نسبة الأسطح العمرانية الحاصدة لمياه الأمطار الى المساحة التي يمكن زراعتها



(University of Arizona, 2014)

ويوضح (شكل ٨) نموذج مقارن لنسبة الأسطح العمرانية الحاصدة لمياه الأمطار الى المساحة التي يمكن زراعتها لمنطقة ذات مناخ حار جاف Arid Area وأخرى ذات مناخ شبه جاف Semi-arid Area، حيث تم إختيار نسبة ١:٧ في المناخ الحار الجاف كنسبة مثالية لتلبية احتياج النبات لمدة ٨ أشهر خلال العام، بينما تم إختيار نسبة ١:٣ في المنطقة ذات المناخ الحار شبه الجاف بما يلبى إحتياج النبات لنفس الفترة. كما يوضح شكل (٩) مقارنة للمساحة التي يمكن زراعتها (كثافة التشجير) بنموذج دراسي لمبنى ملحق به ساحة لأماكن انتظار السيارات بكل من المناخ الحار الجاف وشبه الجاف.

شكل (٩) كثافة التشجير بنموذج دراسي لمناخ حار جاف وآخر شبه جاف

(University of Arizona, 2014)

النظام المحلى لتجميع واستخدام مياه الأمطار والسيول: أشار نحو ٤٠% من الخبراء إلى أن ندرة سقوط الأمطار في مصر واقتصارها على أماكن محددة (وهى الخاصة بمناطق الساحل الشمالى- جنوب سيناء- البحر الأحمر) وأوقات محددة من العام يجعل من عملية تجميع الأمطار عملية غير مجدية إقتصادياً، إضافة إلى صعوبة تطبيق التقنيات والوسائل المقترحة لتجميع وتخزين مياه الأمطار في إشارة إلى حداثة هذه الأساليب وصعوبة تقدير الكفاءة التقنية والاقتصادية لها في الوقت الحالى.

هذا، بينما أكد ٦٠% من الخبراء أن انخفاض معدلات سقوط الأمطار في مصر لا يمنع من الاهتمام بتهيئة مناطق سقوطها لتجميع المياه وإعادة استخدامها، خاصة أنه يزيد معدل سقوط الأمطار عن ٢٥٠ مم/السنة في مناطق الساحل الشمالى والبحر الأحمر وشبه جزيرة سيناء، حيث يرى خبراء الهنسة المدنية والتخطيط العمرانى ضرورة تطبيق اعتبارات تصميم الطرق لتعظيم الاستفادة من مياه الأمطار في تلك المناطق. كما أشار البعض إلى استخدام بعض التقنيات البسيطة التي يمكن استخدامها لجمع الأمطار والتي يمكن ان تساهم في تجميع نحو ٥٠% من المتوسط السنوى لسقوط الأمطار ($Ac.ls_2$, $Ex.u_5$, $Ac.ci_7$) مثل: الأسطح الخضراء للمبانى ($Ac.u_1$, $Ac.ls_9$)، وخزانات مياه الأمطار ($Ac.u_3$, $Co.u_2$, $Co.ci_4$, $Ex.ls_4$)، والبرك والبحيرات ($Ma.ci_3$)، والأراضى الرطبة المشيدة ($Ac.u_4$)، وأحواض/منخفضات الترسيب ($Co.u_2$)، وتخزين واسترداد المياه الجوفية ($Co.ci_4$, $Ex.ls_8$). وهو في مجمله ما يحول البيئة العمرانية، في هذا النظام، من مستهلك للمياه إلى جامع ومنتج لها في ذات الوقت ($Ac.u_1$).

٢/٣/١ إعادة تدوير/استخدام مياه الصرف

بعكس مياه الأمطار، مياه الصرف غير موسمية، فهى متوفرة خلال أشهر السنة، كما أنها لا تحتاج إلى أماكن تخزين كبيرة (بعد معالجتها) كتلك اللازمة للأمطار، وتعتبر من أهم المصادر البديلة للمياه التي يمكن استخدامها خاصة بالأقاليم الحارة الجافة.

أ- مياه الصرف وأنواعها

مياه الصرف (Wastewater) هو تعبير أوسع وأشمل من الصرف السكنى (Sewage) بما تحتويه الأولى على كلٍ من مياه المجارى ومياه الصرف الصناعى[٢٤] ومياه الأمطار في حالة استخدام أنظمة الصرف المشتركة Combined Sewer[٢٥] (Malcolm et (al., 2009 ;ADUPC, 2011 ;LGS, 2012).
وتقوم بعض الدول بفصل مياه الصرف Wastewater إلى: مياه سوداء Black water وهى المياه الناتجة عن المراحيض، ومياه رمادية Grey water وهى الناتجة عن البانيوهات والأدشاش وأحواض غسيل الأيدى والمطابخ والغسالات (وفق خصائصها[٢٦])، حيث يتم التعامل مع المياه الرمادية بما لا يضر بالبيئة بطريقة لامركزية وبتكنولوجيا أبسط وأرخص مما يقلل من حجم مياه الصرف المتجهة إلى محطات المعالجة الكيميائية المكلفة.

ب- أهمية معالجة وإعادة تدوير مياه الصرف

يضر التخلص غير المحكوم من مياه الصرف (بدون معالجة) بالبيئة والانسان عبر اختلاطها بمصادر المياه السطحية أو الجوفية (GCCC, 2006; LGS, 2012)، مما يستلزم توفير وسائل معالجة مناسبة تحقق متطلبات الجودة المطلوبة (CNU, NRDC & USGBC, 2009 ;EGBC, 2011; PHCC, 2011).

وتمثل مياه الصرف، بالمناطق الحارة الجافة خاصة، رصيد مائي يومي يجدر الإستفادة منه. فيمكن لمعالجة وإعادة تدوير المياه الرمادية، على سبيل المثال، أن توفر ثلث المياه المنزلية المطلوبة (Sheikh, 2009) مما يقلل من مياه الشرب المستخدمة، ويقلل بالتالي من حجم المياه المنصرفة، ويخفف الضغط على البيئة. وتجدر الإشارة الى أن مياه الصرف المعالج المعاد استخدامها في سيدنى- أستراليا تقدر بنحو ٨% من إجمالي الإمداد بالمياه (Sydney Water, 2016)، كما يقوم الكيان الصهيوني بمعالجة ٨٥% من مياه الصرف إلى درجة ترقى إلى مستوى مياه الشرب والإستحمام ليتم استخدامها في أغراض الزراعة (Youtube, 2016).

ت- درجات معالجة مياه الصرف

تتم معالجة مياه الصرف وفقاً لثلاثة درجات: المعالجة الأولية التي تزيل المواد المترسبة والطافية، والمعالجة الثنائية (البيولوجية) التي تزيل أيضاً المواد الذائبة والعالقة، والمعالجة الثلاثية وتنتهي بالتعقيم Discinfiction. والمعالجة الثلاثية مكلفة وتحتاج إلى حرفية وتقنية عالية (World bank, 2014)، إلا أنها تمثل، في بعض الدول المتقدمة، الحد الأدنى اللازم لضخ تلك المياه مباشرة الى الطبيعة (المحيطات والانهار وخلافه) أو في أنابيب خاصة لإعادة استخدامها.

---

[٢٤] يفضل معالجة مياه الصرف الصناعى معالجة مبدئية (إذا لم تكن معالجة كاملة) داخل المصانع (أو المنطقة الصناعية) وفقا لمعايير الإشتراطات البيئية للمخلفات السائلة للمناطق الصناعية قبل ضخها على نظام الصرف الصحى العام أو إعادة إستخدامها لأغراض التنظيف والتبريد بالمناطق الصناعية لمنع تلوث مياه الصرف بالملوثات الصناعية والتي تتصف عادة بنسب مرتفعة من المواد الكيميائية.

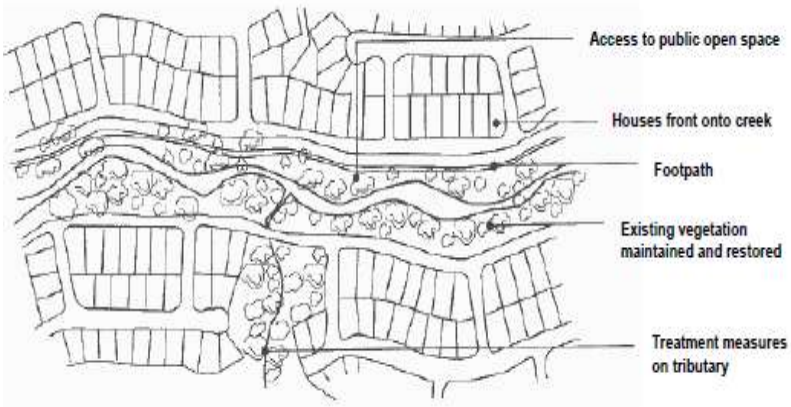
[٢٥] وهو ما تتجنبه العديد من الدول المتقدمة خاصة التي يكثر فيها هطول الأمطار بغزارة.

[٢٦] تفضل المياه الرمادية الناتجة عن البانيوهات والأدشاش وأحواض غسيل الأيدي عن مياه الغسالات والمطابخ. وتعتبر مياه المطابخ لدى بعض الدول (كالولايات المتحدة الأمريكية) مياه سوداء في حين تعتبر مياه رمادية في بلدان أخرى. ويتوقف تصنيف المياه الرمادية على نوعية وحالة المياه المرتبطة بثقافة المستهلكين. فمثلاً، المنظفات المستخدمة في المطابخ والغسالات تلعب دوراً في تحديد نوعية المياه وطرق المعالجة، وفي جميع الأحوال لا يجب تدوير المياه الرمادية الناتجة عن غسيل خفاضات الأطفال إلا بعد معالجتها كمياه سوداء.

ث- مستويات ومناحي إعادة استخدام مياه الصرف في البيئة العمرانية

يمكن إعادة استخدام مياه الصرف على مستوى المبنى/ المسكن الواحد وعلى مستوى المجتمع العمرانى. **فعلى مستوى المسكن/المبنى الواحد،** يمكن استخدام أنظمة التحويل المدعم بالفلترة بتحويل المياه الرمادية بدون تغيير صفاتها (بدون معالجة) بشكل فورى لرى بعض أنواع النباتات والأشجار (Citrus and nut trees) التي تتحمل طبيعة تلك المياه بمكوناتها بما تشتمله من مواد غذائية مخصبة للتربة (Aubrey & Emily, 2005) كالفوسفور والبوتاسيوم والنيتروجين[٢٧] (CNU, NRDC & USGBC, 2009 ;FBR, 2006)، وفي هذه الحالة لا يتم تخزينها إلا إذا كان ضرورياً ولبضع ساعات[٢٨] (FBR, 2006). وتلك المياه لا يجب الاتصال البشرى بها أو رشها أو استخدامها في الرى السطحى (Sheikh, 2009). كما يمكن استخدام المعالجة الثلاثية لمياه الصرف بواسطة أنظمة تكنولوجية لامركزية يمكن وضعها داخل المباني[٢٩] لما تمثله من قيمة اقتصادية أكبر لتعدد مناحى استخدام المياه المعالجة داخل وخارج المسكن[٣٠] Malcolm (et al, 2009). ولذا يمكن تخزينها لفترات أطول (ربما لعدة أيام ويفضل ألا تزيد عن ٢٤ ساعة، وهو ما يختلف من حالة لأخرى) وتستخدم في كسح المراحيض والغسيل بالإضافة إلى الرى السطحى وغيره من طرق الرى بالرش والتنقيط ولا تستخدم للشرب (FBR, 2006). ويستلزم تنفيذ تلك الأنظمة إنشاء خطوط خاصة بمياه الصرف المعالج وتمييزها عن المياه الصالحة للشرب بألوان وأكواد محددة[٣١] (EGBC, 2011; FBR, 2006; ADUPC; 2011).

شكل (١٠) تكامل المناطق السكنية مع المناطق المفتوحة (JSCWSC, 2009)



وعلى مستوى المناطق السكنية، تستخدم أنظمة المعالجة الثلاثية المركزية المحلية والتي تتسم رغم زيادة أطوال المواسير المستخدمة في التجميع وإعادة التوزيع، بأنها أقل تكلفة من الأنظمة اللامركزية. كما يمكن أن تتم المعالجة باستخدام تكنولوجيا بسيطة كمرشحات الرمل أو الركام، والأراضي الرطبة المشيدة. ويحقق تدوير مياه الصرف على مستوى المنطقة السكنية وفورات أكبر في المياه الصالحة للشرب من خلال كفاءة استخدام المياه المعالجة في نطاق جغرافي يضم عدة مباني (Malcolm et al, 2009). كما يمكن استخدام تلك المياه المعالجة ثلاثياً[٣٢] (مع مياه السيل المعالجة) في رى النباتات بالمناطق الخضراء والمفتوحة وتغذية العناصر المائية المكشوفة بالشكل الذي يسهم في رفع مستوى جودة الحياة بالبيئة العمرانية (شكل "١٠") (JSCWSC, 2009; Malcolm et al., 2009)، إضافة الى إمكانية استخدامها في كسح المراحيض وغسيل السيارات ومكافحة الحريق[٣٣]. ووفقاً للاشتراطات البيئية التي قد تختلف من مكان لآخر، يمكن أيضاً استخدام المياه ذات المعالجة الأولية في البحيرات والبرك الصناعية، والمياه ذات المعالجة الثنائية في النافورات والشلالات (وذلك بعد تخلصها من البكتيريا بما لا يمثل إمكانية لتلويث الهواء).

---

[٢٧] ربما تتطلب تلك المياه درجة من المعالجة في حالة استخدام بعض المنظفات الكيميائية التي قد تؤدي إلى قتل النبات.

[٢٨] يختلف ذلك بالضرورة من مكان لآخر وفقاً لنوع المياه ووفقاً للعوامل البيئية كدرجة الحرارة على سبيل المثال.

[٢٩] في ألمانيا، تمثل الموصلات البيولوجية الدوارة -والتي توضع بقبو المنزل-ومتفاعل الدفعات المتتابعة والمتفاعل البيولوجى ذو الشبكة وسائل إضافية معتمدة في معالجة المياه الرمادية (FBR, 2006).

[٣٠] أيضاً، يتم (في بعض الدول، كالولايات المتحدة الأمريكية) تبني أنظمة متكاملة لتجميع مياه الصرف ومياه الأمطار لمعالجتها وإعادة استخدامها لتوفير نحو ٦٥% من المياه اللازمة لأغراض الري والاستخدام داخل المباني (CNU, NRDC & USGBC, 2009).

[٣١] بل، ويفضل أيضاً فصل شبكة مياه الصرف المعالجة عن شبكة مياه الأمطار المعالجة، ولكن يظل قرار الخلط/الفصل مرهون بحالة وحجم نوعي المياه ونوع الاستخدام الموجهة له، والذي سيختلف من حالة مكانية لأخرى.

[٣٢] تجدر الإشارة إلى أن المعالجة الثلاثية لا تعنى بالضرورة القضاء التام على الملوثات ولكنها تزيل أكثر من ٩٩% منها (Vinod et al., 2012).

[٣٣] كما يمكن استخدام المياه ذات المعالجة الثلاثية في حمامات السباحة شريطة أن تصل الى درجة المياه النقية (JSCWSC, 2009)، كما يمكن استخدامها في مياه الشرب في البلدان التي تعانى من نقص الموارد المائية إذا توافرت التكنولوجيا الكافية للمعالجة (World Bank, 2014).

النظام المحلى لإعادة تدوير مياه الصرف: أجمع معظم الخبراء على إمكانية تجميع وإعادة استخدام نحو ٥٠% من مياه الصرف الصحى مع تحقيق متطلبات الجودة المطلوبة وفقاً للوائح والاشتراطات المحلية للمياه المعاد استخدامها. ورغم هذا الإجماع، أشار بعض خبراء الهندسة الصحية وبعض خبراء التصميم العمرانى إلى عدم جدوى التوسع فى عمليات إعادة التدوير نتيجة للتكلفة الاقتصادية العالية، بالإضافة الى صعوبة تطبيق بعض النظم كانظمة المعالجة المركزية المحلية فى الوقت الحالى لما تستلزم من إعادة هيكلة نظام البنية الأساسية كاملاً (Ex.u$_{10}$, Ex.u$_{9}$, Ex.u$_{1}$). ولذلك أشار معظم الخبراء إلى تفضيل إعادة تدوير المياه الرمادية بالتحويل (على مستوى المبنى الواحد)، وأكدوا على ضرورة تجنب الاتصال البشري معها أو مع التربة المروية بها قدر الامكان بل وتغطية ممرات وبحيرات تلك المياه نظراً لإنخفاض ثقافة التعامل معها محلياً، كما إرتأوا إمكانية استخدامها لرى الحدائق المنزلية والمناظر الطبيعية ونباتات الزينة والنباتات غير المثمرة وتجنب رى النباتات المثمرة فيما عدا الحمضيات وأشجار الجوز (Ac.u$_{1}$, Ac.u$_{3}$).

وقد أخذ الصرف الصناعى حيزا كبيراً من اهتمام الخبراء المحليين لما يمثله من قضية محلية شديدة الأهمية، وأكدوا على ضرورة التخلص التدريجى من الصناعات الموجودة داخل المناطق السكنية والتى تقوم على المياه النقية بتلك المناطق وإعادة توطينها خارجها.

١/٣/٢ الاستخدام الآمن للمياه الجوفية

المياه الجوفية مصدر هام من مصادر المياه البديلة، وبالرغم من ذلك فهى تعانى من ارتفاع معدلات التلوث الناتجة عن تسرب مياه الصرف الصحى غير المعالج أو تخطى حدود السحب الآمن. ويستلزم ذلك إتخاذ التدابير اللازمة للحد من تلوثها واستنفاذها، وذلك من خلال معرفة أماكن طبقات المياه الجوفية ومستوياتها وتحديد وإدارة كمية ونوعية الصرف المتوقع وتجميعه فى مناطق ذات منسوب مياه جوفية منخفض لتفادى تلوثه وإدارة الطلب على المياه الجوفية وتحديد منسوب السحب الآمن (BRE, 2011 ;LGS 2012)

النظام المحلى للاستخدام الآمن للمياه الجوفية: أجمع الخبراء على عدم وجود منسوب محدد آمن للمياه الجوفية لإمكانية استغلالها. ولكن يتم تحديد المنسوب الأمثل للمياه الجوفية لمواقع التنمية المقترحة وفقاً لموقع البير واختبارات الصلاحية ونوع التربة وطبيعة المشروع وكمية الطلب على المياه واعتبارات التكلفة ودرجة التلوث المحتملة للطبقات السطحية، وإن كان بشكل عام لا يقل عن ٥٠-١٠٠م فى منطقة الوادى والدلتا، و١٠٠-٢٠٠م فى المناطق الصحراوية وفقا لغالبية الآراء. كما أفاد الخبراء بضرورة تجنب استعمال المياه الرمادية المحولة فى الرى إلا فى الأماكن التى لا يقل منسوب المياه الجوفية فيها عن ٥ قدم تحت سطح الأرض لحماية المياه من التلوث (Co.ci$_{4}$, Ac.u$_{1}$, Ac.u$_{10}$). كما أشار الخبراء إلى ضرورة تحديد معدل السحب الآمن الذى يحقق الاستدامة للبير الجوفي والحفاظ على المخزون الاستراتيجي خلال الفترة التخطيطية للتنمية ليكفى من ٢٠-٥٠ سنة[٣٤].

٤/١ الحد من التسرب في الشبكة

لتقليل الفاقد من المياه بأنواعها (سواء مياه نقية أو من مصادر بديلة) الناتج عن تدهور وتهالك الشبكة أو سوء التركيب، يتم الكشف عن التسرب الحادث ومن ثم إدارة وتطوير وتجديد البنية التحتية المتهالكة (LGS, 2012)، وذلك من خلال تركيب عدادات على شبكات المياه تكون متصلة بأجهزة مركزية إلكترونية تقوم بتسجيل وتحليل استهلاكات المياه للاستعمالات الرئيسية المختلفة، وتقوم بالكشف عن القيم الخارجة عن النطاق التشغيلي المتعارف عليه وتنبيه شركات المرافق بشأن الاستهلاكات غير العادية (; ADUPC, 2011 .(EGBC, 2011

كما يمكن أيضاً الكشف عن مواضع التسرب بالشبكة من خلال ربطها بأجهزة ذات إنذار صوتى تعمل في حالة تدفق المياه أكثر من المعدل التصميمى ومن ثم تحديد أماكن الخلل في النظام لإصلاحه/إستبداله[٣٥]، وهو ما يستلزم الدراية الكافية بتلك الأجهزة وسهولة استخدامها (ADUPC, 2011; EGBC, 2011). ويأتي ذلك مصحوباً بخطة للصيانة المنتظمة لجميع الأجهزة والتقنيات المستخدمة، وذلك لتحقيق كفاءة أداء عالية وتجنب التكلفة الناتجة عن الإحلال أو الإستبدال أو سوء التركيب (ADUPC, 2011).

---

[٣٤] هذا، وفى ضوء تداعيات ازمة المياه التى تعيشها مصر، أضاف خبراء الهندسة المدنية دراسة التوسع فى عمليات التحلية للتجمعات الساحلية، إلى جانب المصادر البديلة السابقة، بما يتماشى مع الطلب وإعتبارات التكلفة خاصة التحلية باستخدام الطاقة الشمسية (Co.ci$_{8}$, Co.ci$_{9}$).

[٣٥] يمكن ايضاً لهذه الجهزة ان تقوم بغلق النظام فى حالة تدفق المياه أكثر من المعدل التصميمى أو فى حالات الصيانة ADUPC, (2011).

النظام المحلى للحد من التسرب: أشار ٨٠ % من الخبراء إلى أن شبكات المياه في مصر تعاني من فاقد ناتج عن التسرب يصل لأكثر من ٥٠% نتيجة لسوء التركيب والإهمال وغياب الصيانة المستمرة والتقادم وعدم ملائمة المواسير المستخدمة. ويستدعى ذلك تطوير نظم البنية الأساسية الحالية من خلال رفع كفاءة الأنابيب المستخدمة ورفع قابليتها للصيانة ($Ac.ci_8$, $Ac.ls_9$). ذلك، بينما اختلف الخبراء حول إمكانية استخدام الأنظمة الإلكترونية للكشف عن التسرب حيث أكدت الجهات الاستشارية والتنفيذية صعوبة تطبيقها نظراً لارتفاع تكلفتها لما تحتاج اليه من تصوير تليفزيونى، وصعوبة إدماج تلك الأنظمة مع الشبكة الحالية. كما يمثل إدراج مثل تلك الأنظمة عبء إضافي على الطاقة وهو ما يتعارض مع مبدأ الاستدامة. أضف إلى ذلك إنخفاض الكفاءة المهنية للعمال حيث أكد ($Ex.u_2$) " بأنها تستلزم تغيير منظومة السباكين في مصر." ذلك، في حين أشار ($Ac.ls_9$) إلى ضرورة التأهيل التدريجى للشبكات القائمة لإمكانية تطبيق تلك الانظمة وإدراجها في المخططات الجديدة.

٢ النظام المحلى والعوامل الحاكمة

تناول الجزء السابق عرض تفصيلى للإطار النظرى نوقش في ثناياه النظام المحلى لمعايير تحقيق الاستخدام الأخضر المستدام للمياه فى المجتمعات العمرانية المصرية. وإجمالاً، يتضمن النظام المحلي ضرورة وضع استراتيجية شاملة لإدارة منظومة المياه في إطار من التوعية والمشاركة المجتمعية مصحوبة بمنظومة تشريعية رقابية فاعلة تضمن ترشيد استخدام المياه والحفاظ على المنظومة المائية من التلوث. وتتضمن تلك الاستراتيجية التوجهات والوسائل التالية:

١. **ضرورة تقليل استهلاك المياه النقية داخل البيئة العمرانية.** ويتم ذلك داخل المباني بأن ينخفض معدل الاستهلاك من ٢٥٠-٣٠٠ إلى ١٨٠-٢٠٠ لتر/الفرد/اليوم باستخدام التركيبات والأجهزة الصحية الموفرة سهلة الاستخدام خاصة بالمباني العامة ومناطق إسكان ذوي الدخول المرتفعة، وتجنب استخدام المياه في التبريد والاستعاضة عنها باستخدام مواد وأساليب بناء وتبريد صديقة للبيئة تقلل من الحرارة المكتسبة. اما بالفراغات الخارجية، فيكون تصميم وتنسيق الفراغات الخارجية باستخدام النباتات المحلية قليلة الاستهلاك المقاومة للجفاف التي توضع في مجموعات متجانسة ذات مقننات مائية متقاربة على الطرق وبالمناطق الخضراء، مع تقليل مسطحات الأعشاب، وتحسين كفاءة التربة للاحتفاظ بالمياه، والتقليل بقدر الإمكان من العناصر المائية، واستخدام تقنيات الري الموفرة الأقل تكلفة وتنظيم أوقاته بالشكل الذي يقلل البخر في بيئة يغلب عليها النسق الصحراوي الجاف. بالإضافة إلى ذلك يتم استخدام مصادر بديلة للمياه النقية كما سيلي ذكره في النقاط التالية.

٢. **تحويل البيئة العمرانية من بيئة مستهلكة فقط للمياه إلى بيئة منتجة لها** من خلال التوسع في تجميع مياه الأمطار والسيول خاصة في مناطق تركز سقوطها بالساحل الشمالي والشرقي وشبه جزيرة سيناء على مختلف المستويات العمرانية، وذلك باستخدام بعض التقنيات البسيطة الموجبة والسالبة التي تساهم في تجميع نحو ٥٠% من المتوسط السنوي لسقوط الأمطار مثل خزانات المياه والبرك والبحيرات والأراضي الرطبة المشيدة وأحواض الترسيب لاستخدام تلك المياه في أعمال الري والاستخدامات المنزلية غير البشرية وتحسين المناخ العمراني وتغذية المياه الجوفية، وللحفاظ على البيئة المائية من التلوث بفعل تجنب صرف مياه السيل المحملة بالملوثات العمرانية بدون معالجة إلى النظام المائي الطبيعي.

٣. أيضاً، **إعادة استخدام نحو ٥٠% من مياه الصرف الصحي** مع التركيز على تدوير المياه الرمادية بالتحويل لتجنب التكلفة الاقتصادية المرتفعة لإعادة هيكلة البنية الأساسية وصعوبتها، واستخدامها في ري الحدائق وتجنب ري النباتات المثمرة بها عدا الحمضيات وأشجار الجوز، مع التأكيد على تجنب الاتصال البشري بها. كما يجب تقليل التلوث الناتج عن الصرف الصناعى والتخلص التدريجي من الصناعات الموجودة داخل المناطق السكنية والقائمة على استهلاك المياه النقية الصالحة للشرب.

٤. **الاستخدام الآمن للمياه الجوفية** بحيث يتم تجنب المياه الجوفية الملوثة بفعل الصرف غير المحكوم، فلا يقل منسوب السحب الآمن *بشكل عام* عن ٥٠-١٠٠ متر في منطقة الوادي والدلتا وعن ١٠٠-٢٠٠ بالمناطق الصحراوية (مع ضرورة اعتبار خصوصية كل حالة)، كما يعد معدل السحب آمن إذا أمّن المياه للتنمية المطلوبة لفترة من ٢٠-٥٠ سنة. ولتجنب تلوث المياه الجوفية بفعل المياه الرمادية المحولة يجب ان يراعى في استخدامها ان يكون محصوراً في الأماكن التي لا يقل منسوب المياه الجوفية فيها عن ٥ قدم تحت سطح الأرض.

٥. **التأهيل التدريجي** (نظراً لارتفاع التكلفة) **للشبكات القائمة** ودعمها بأجهزة قياس التسرب وتطوير منظومة العمالة في المجال للحد من الفاقد في التسرب الذي تجاوز ال ٥٠% وللحد من التلوث الذي طال البيئة المائية.

ويأتي هذا النظام المحلي بشكل يعكس خصوصية الحالة المصرية إلا أنه يتسم في ذات الوقت ببعض القصور وأحياناً بالاختلاف حول مكوناته، ووراء كل صفة من هذه الصفات مجموعة من العوامل الاجتماعية والثقافية والاقتصادية والبيئية والتقنية وأيضاً التشريعية التي شاركت في صياغة هذا النظام.

خصوصية النظام المحلي: اختلف النظام المحلي عن الإطار النظري العالمي في عدة بنود منها المعدلات المستهدفة، من أهمها معدل استهلاك الفرد المستهدف من المياه داخل المباني. فبينما أشار الإطار النظري إلى ضرورة تخفيضه إلى ٨٠-١١٠ اكتفى النظام المحلي بأن يكون من ١٨٠-٢٠٠ لتر/الفرد/اليوم. كذلك، تمايز النظام المحلي عن النظري في اقتصاره على استخدام تقنيات بسيطة لتجميع مياه السيل والأمطار، وإعادة تدوير المياه الرمادية بالتحويل وليس بالمعالجة، وتجنب توجهات تستلزم إعادة هيكلة شبكات البنية الأساسية والاكتفاء بالتأهيل التدريجي للكشف عن التسرب. ويعزى ذلك وفقا للخبراء إلى ما يلي:

١. ضعف الوعي العام بأهمية الحفاظ على المياه كمورد (Ac,u3) والذي صاحبه مجموعة من العادات والسلوكيات غير المستدامة للمجتمع المحلي الظاهرة في الإسراف في استهلاك المياه وضعف القدرة على التحول لأنماط جديدة من الممارسات والأساليب[٣٦] (Ac.ls9, Ac.u3, Ac.u10, Ac.ci7, Ac.u1, Co.u1, Ex.u5, Ex.en3, Ma.ci4).

٢. انخفاض نصيب الفرد من الدخل القومي في دولة نامية ذات موارد محدودة/غير مستغلة الاستغلال الأمثل وانخفاض المخصصات المالية[٣٧] (Ex.u1, Ex.ci6, Ex.u5, Ex.u2, Ac.u3, Ac.ci3, Ac.ci7, Ac.ci8, Ac.u1, Op.u1, Ac.ls9, Op.en3, Ac.ci6, Ac.u3,Co.ci6, Co.ci9, Ex.ci.9,10).

٣. انخفاض مستوى الخبرة الفنية والكفاءة المهنية للعمالة في المجال (Ac.u10, Co.u2, Ex.en3, Ma.ci4, Ac.ls9, Ac.u1).

٤. ضعف الجهاز الحكومي وعدم مواكبته للتطور التكنولوجي وضعف منظومة القوانين والأكواد[٣٨] (Ac.u1, Ac.u10, Ex.ci6-8-9, Co.ci8, Ac.ls5, Ac.ci8, Co.ls10, والتشريعات المجرمة للإسراف Ac.u3, Ex.en3) وغياب الرقابة والتحكم في نمط الاستهلاك (Ac.ls9,Co.ls10, Co.ci5) وغياب الإجراءات والحوافز المشجعة لترشيد استهلاك المياه (Co.ls10).

٥. اختلاف الانساق البيئية والظروف المناخية والتي تؤثر على المقننات المائية للنباتات (Ac.u3) وفترات وأوقات الرى (Ac.ls9, Ac.u3, Co.u1)، كما أن ندرة سقوط الأمطار فى بعض المناطق تؤثر على جدوى تطبيق أساليب صرف وتجميع مياه الأمطار (Ac.ci6, Ac.u3,Co.ci6, Co.ci9, Ac.u1,Ac.ls9 Ex.ci.9,10)، كما يؤثر نوع التربة على أساليب الرى المستخدمة وعلى تطبيق اساليب ادارة المياه الجوفية(Co.ci5).

قصور بعض أجزاء النظام المحلي: تم سابقاً الإشارة في منهجية البحث إلى أن رغبة العديد من الخبراء، لانشغالهم وضيق وقتهم، في تقليل وقت المقابلة ربما تسبب في عرض موجز وإجابات مختصرة لبعض الموضوعات المطروحة للنقاش. وربما يكون الإحجام عن الدخول في تفاصيل بعض الموضوعات يعكس عدم ملائمة كثير من الوسائل المعمول بها عالمياً للتطبيق في الحالة المصرية، وهو ما أشرنا إليه في الجزء السابق. إلا أن إحجام بعض الخبراء قد يعكس أيضاً عدم رغبتهم في الانسياق في حديث حول استراتيجيات ومناهج

---

[٣٦] أورد الخبراء أمثلة على ذلك منها صعوبة التعامل مع التركيبات والأجهزة الصحية الحديثة الموفرة (Ac.ls9, Ac.u10, Ac.u3, Ex.u6, Ac.ci7, Ac.u1, Co.u1, Ex.u5, Ex.en3, Ma.ci4) خاصة للفئات الفقيرة ومتوسطة الدخل Ex.u1) والتحول لاستخدام النباتات قليلة الاستهلاك للمياه (Ac.u10)، وكذلك ضعف ثقافة التعامل مع المياه المعاد تدويرها والصناعات صديقة البيئة والصرف الصناعى غير الملوث بيئيا(Ac.u3, Ac.u10)، وانخفاض ثقافة التعامل مع الموارد غير التقليدية مثل تجميع مياه الأمطار، والسحب الآمن للمياه الجوفية، بالاضافة الى صعوبة التحول عن ممارسة الانشطة كثيفة الاستهلاك للمياه مثل رياضة الجولف لفئات السكان ذات الدخول المرتفعة (Co.u1).

[٣٧] قلة الموارد المالية تعوق استخدام بعض انواع النباتات ذات الاستهلاك المائى الأقل (Ac.u3) ، أو استخدام تقنيات الرى الحديثة (Ac.ci7) والاجهزة والتركيبات الصحية الموفرة للمياه (Ac.ci8, Ac.u1, Op.u1, Op.en3)، أو إنشاء انظمة لقياس ورصد التسرب في الشبكة (Ex.ci6, Ex.u5, Ex.u2, Ac.u3, Ac.ci3)، كما تقل كمية المياه التى يمكن اعادة تدويرها (Ex.u1)، وتعوق تطبيق اساليب تجميع مياه الأمطار والحماية من السيول لما يستلزم ذلك من معدات وعمالة وادوات للحفر (Ac.ci6, Ac.u3,Co.ci6, Co.ci9, Ex.ci.9,10)، بالاضافة الى ارتفاع تكلفة محطات المعالجة الثلاثية والمتقدمة لمعالجة المياه السوداء مما يعوق اعادة تدويرها والاستفادة منها، كما يحول أيضا دون الاستفادة من المياه الجوفية ذات الأعماق الكبيرة (>١٠٠٠ م) أو التوسع فى عمليات التحلية (Ac.ls9).

[٣٨] ذكر الخبراء بعض النماذج للقوانين التى يستلزم تعديلها مثل تطوير كود الهندسة الصحية لتقليل معدلات الاستهلاك وتحديد اشتراطات استخدام المياه المعاد تدويرها (Ac.u10, Ex.ci6-8-9)، وتعديل قانون البناء الموحد بما يسمح بإدراج الاجهزة الموفرة للمياه ضمن المتطلبات التشريعية للبناء (Ac.u1)، وتعديل كود الحدائق والمناطق الخضراء وتقليل المقننات المائية للنباتات بما يقلل من استهلاك المياه (Co.ci8, Ac.ls5).

فكرية جديدة ووسائل حديثة في التعامل مع قضايا إدارة منظومة المياه، تحديداً ما يتعلق بطرق ومستويات المعالجة وإعادة التدوير وكيفيته، فقد ساهم العديد منهم في تصميم وبناء وتشغيل المنظومة التقليدية الحالية وتراكمت خبراتهم العملية على مر السنين في إطار تلك المنظومة دون سواها، بالإضافة إلى أن العديد منهم، وفق أحد الخبراء المعروفين في المجال[٣٩]، يعتبروا "مصممي" بنية تحتية وليسوا "مخططي" منظومة إدارة المياه بالمجتمعات العمرانية المصرية.

الاختلاف حول بعض أجزاء النظام المحلي: اختلفت مجموعات الخبراء بدرجات مختلفة حول بعض مكونات النظام المحلي. فعلى سبيل المثال، فيما يخص جدوى استخدام العناصر المائية، يرى البعض ضرورة تقليلها لظروف الفقر المائي والبعض الآخر يعلي من أهميتها البيئية والاجتماعية. وفيما يخص جدوى تجميع وإعادة استخدام مياه الأمطار والسيول، يعتبر البعض الأمطار في مصر نادرة السقوط وعملية تجميعها غير مجدية اقتصادياً أما البعض الآخر فيراها مورداً هاماً يجب تهيئة مناطق سقوطه للتجميع وإعادة الاستخدام. وفيما يخص جدوى إعادة تدوير مياه الصرف الصحي، أجمعت غالبية الخبراء على إمكانية إعادة استخدام ٥٠% من مياه الصرف الصحي في حين يرى البعض عدم جدوى التوسع فيها اقتصادياً. وحول إمكانية استخدام الأنظمة الآلية لكشف التسرب، ترى الجهات الاستشارية والتنفيذية دون غيرها صعوبة التطبيق لارتفاع تكلفتها وانخفاض الكفاءة المهنية دون المستوى اللازم لتركيبها وتشغيلها وصيانتها. إلا أن هذا الإختلاف ليس مستغرباً في ظل غياب قاعدة بيانات موحدة، واختلاف الأكواد والدلائل والكتابات العلمية المرجعية، وضعف التواصل والتكامل على المستوى الأكاديمي والتنفيذي بين التخصصات المختلفة، بالإضافة إلى ضعف برامج تنمية القدرات داخل الجهات التنفيذية والإدارية.

٣ ملخص وتوصيات البحث

ينطلق هذا البحث من مشكلة الفقر المائي التي تواجهها مصر، ومن أهمية الدور الذي يمكن أن تلعبه البيئة العمرانية في المساهمة في التخفيف من حدة هذه المشكلة. وقد أثار الفكر المتنامي عالمياً حول المجتمعات العمرانية الخضراء وكفاءة الاستخدام الأخضر للمياه التساؤل حول إمكانية الإستفادة من هذا الفكر محلياً في ظل غياب نظام محلي متكامل لتطبيق الحلول الخضراء في مجال استخدام المياه بالبيئة العمرانية.

وعليه، قام البحث ببناء إطار نظري لأسس ومعايير الاستخدام الأخضر للمياه معتمداً في ذلك على قراءة نقدية للكتابات العلمية والرؤى والتجارب العالمية في هذا الصدد، ثم قام بعرضه ومناقشة إمكانية تطبيق بنوده مع مجموعة مختارة من الخبراء والمتخصصين في مجالات التخطيط العمراني والهندسة الصحية وتنسيق الموقع والبيئة في عدة جولات متتابعة نحو بناء نظام محلي متكامل للاستخدام الأخضر للمياه في البيئة العمرانية المصرية.

وقد خلص البحث إلى أن الاستخدام الأخضر للمياه بالبيئة العمرانية المصرية يستلزم وضع استراتيجية شاملة لإدارة منظومة المياه في إطار من التوعية والمشاركة المجتمعية مصحوبة بمنظومة تشريعية رقابية فاعلة تضمن ترشيد استخدام المياه والحفاظ على المنظومة المائية من التلوث. وتتضمن تلك الإستراتيجية ضرورة تقليل استهلاك المياه النقية داخل البيئة العمرانية بالمباني والفراغات الخارجية، والتعامل مع البيئة العمرانية كمنتج للمياه (وليس مستهلك فقط) من خلال التوسع في تجميع مياه الأمطار والسيول في مناطق تركز سقوطها وإعادة تدوير مياه الصرف الرمادية، بالإضافة إلى الاستخدام الآمن للمياه الجوفية، والتأهيل التدريجي لشبكات المياه والصرف لمنع التسرب وقياسه.

وقد جاء هذا النظام المحلي بشكل يعكس خصوصية الحالة المصرية، فقد تضمن معدلات استهلاك واقترح وسائل وتقنيات تعكس الخصائص الاجتماعية والثقافية والاقتصادية للمجتمع المصري، إلا أنه يتسم في ذات الوقت ببعض العمومية نظراً لإحجام بعض مجموعات الخبراء عن التطرق إلى مفاهيم ورؤى تختلف مع خبراتهم العملية التقليدية، كما اتسم أحياناً بالاختلاف حول مكوناته نظراً لغياب قاعدة بيانات موحدة واختلاف مرجعية الخبراء التنظيمية والعلمية وضعف التواصل الأكاديمي والتنفيذي بينهم.

ويوصي البحث بضرورة تبني حملة قومية لرفع الوعي المجتمعي بقضية الفقر المائي ومخاطرها، والتوعية بأساليب ووسائل الاستخدام الأخضر للمياه، وتطوير البناء المؤسسي والتشريعي للجهات الرسمية ذات الصلة وبناء قدرات العاملين فيها، ودعم البحث العلمي في مجالات الاستخدام الأخضر للمياه نحو نظام محلي أكثر استجابة وعمقاً وتكاملاً.

[٣٩] د. رضا حجاج أستاذ م. شبكات المياه والصرف بكلية التخطيط الإقليمي والعمراني – جامعة القاهرة، وقد تم إجراء المقابلة معه لمناقشة بعض ما انتهى إليه تحليل المقابلات مع الخبراء حول طبيعة النظام المحلي والعوامل المشكلة له.

جدول (١) قائمة بأسماء الخبراء الذين تمت إجراء مقابلة معهم

كلية التخطيط الإقليمى والعمرانى					
١	أ. د ماهر محب إستينو	أستاذ تصميم وتنسيق البيئة بقسم التصميم العمرانى والعميد الأسبق	٥	أ.م.د طارق أبو السعود	أستاذ مساعد بقسم التخطيط البيئى والبنية الاساسية
٢	أ. د عباس الزعفرانى	أستاذ التصميم العمرانى بقسم التصميم العمرانى وعميد الكلية	٦	د. عثمان ميتكيس	مدرس بقسم التخطيط البيئى والبنية الأساسية
٣	أ. د محمد رفعت حسين	أستاذ تصميم وتنسيق البيئة ورئيس قسم التصميم العمرانى بالكلية	٧	د. حسام فتحى	مدرس بقسم التصميم العمرانى
٤	د. سهام هارون	أستاذ م.التصميم العمرانى بقسم التصميم العمرانى	٨	د. نزار كفافى	مدرس بقسم التصميم العمرانى
المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء – ومركز البحوث الزراعية					
٩	أ. د إبراهيم الدميرى	أستاذ ورئيس معهد بحوث العمارة والإسكان – المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء	١٢	د. عمرو حسن	أستاذ ومدير معهد الهندسة الصحية والبيئية- المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء
١٠	أ. د سوزيت ميشيل	أستاذ متفرغ بمعهد بحوث العمارة والإسكان والرئيس الأسبق للمعهد	١٣	د. سعد البرادعى	رئيس قسم الفيزياء بMIT بألمانيا وأستشارى العمارة الخضراء وشارك في بناء النظام الألمانى للبناء الأخضر DGNP
١١	أ.م. د مدحت خورشيد	أستاذ مساعد بمعهد بحوث العمارة والإسكان وعضو بمجلس العمارة الخضراء بالمركز القومى لبحوث الإسكان والبناء	١٤	م. عمر مكرم	مهندس زراعة وتنسيق مواقع بمركز البحوث الزراعية
الهيئة العامة للتخطيط العمرانى					
١٥	د/احمد سعد	مدير عام إدارة المرافق بالهيئة.	١٩	م/أسامة طه	مهندس بإدارة وتخطيط المدن والقرى.
١٦	م/ماجدة عبدالعال	مدير عام إدارة وتخطيط المدن والقرى بالهيئة	٢٠	م/اميرة مصطفى	مدير عام إدارة بالهيئة
١٧	م/منى المرشدى	مدير عام تخطيط أعمال المياه والصرف الصحى	٢١	م/مونينا	مهندس مياه بالهيئة
١٨	م/سامية حلمى	مهندس بإدارة تخطيط المدن والقرى بالهيئة	٢٢	م/ شيماء	مهندس مياه بالهيئة
هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة					
٢٣	د/حنان عطية	مدير إدارة المرافق بالهيئة	٢٧	م/سحر كمال	مهندي بإدارة المرافق بالهيئة
٢٤	م/عبير عبدالرحمن	رئيس الادارة المركزية للمرافق بالهيئة	٢٨	م/عبدالناصر عبدالحكم	مهندس زراعى
٢٥	م/احمد حسنين محمد	مدير الشئون الزراعية بالهيئة	٢٩	م/ياسر حسان	مهندس زراعى
٢٦	م/سحر عاصم	مهندس بادارة التخطيط والمشروعات			
الهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحى					
٣٠	م/محمود ابو زيد	مهندس الهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحى	٣٢	د/رفعت عبد الوهاب	متخصص فى الإدارة البيئية والاقتصاد الاخضر – الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى
٣١	م/محمود مختار	مهندس الهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحى			
وزارة الموارد المائية والرى					
٣٣	أ/هبة فاروق	مدير ادارة الارشاد والتوعية المائية بالوزارة	٣٥	أ/عصام حسن	وزارة الموارد المائية والرى
٣٤	أ/عاطف عبدالرحيم	وزارة الموارد المائية والرى	٣٦	أ/إيمان محمد على	وزارة الموارد المائية والرى

المراجع العربية:

References

السيد، أمل السيد إسماعيل (٢٠١٥). *استهلاك المياه في المجتمعات الخضراء: نحو إطار محلى لمعايير كفاءة الاستهلاك*. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التخطيط الإقليمي والعمراني، جامعة القاهرة.

اللحام، نسرين فاروق (٢٠١١). *نحو خلق مناطق تميز ومدن جديدة مستدامة بمصر: رؤية نقدية لتخطيط المدن الجديدة. مجلس الوزراء المصري*. مركز الدراسات المستقبلية، مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار، ورقة بحثية رقم ٢٤.

البحراوى، محمد (٢٠١٥، ٢٩ مارس). *قرية الأمل بالإسماعيلية: «رحلة المليون» تبدأ بـ٣٠٠ فدان*. *جريدة المصري اليوم*، ١٢ . متاح على:
http://today.almasryalyoum.com/printerfriendly.aspx?ArticleID=459056

سالم، سماح أحمد (٢٠١٤). *تأثير فجوة الموارد المائية المستقبلية على مؤشرات التنمية الزراعية*. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التخطيط الإقليمي والعمراني، جامعة القاهرة.

صلاح، محمد (٢٠١٤، ١٨ مارس). *الليزر هو الحل*. *مجلة مصري الإلكترونية*، العدد 3308. متاح على:
http://www.myegyptmag.com/index.php/component/content/article/archive-117/2010/3308

عبدالعال، هبة محروس (٢٠١٠). *نظم التقييم الأخضر كمدخل لتحسين الأداء البيئي للمباني في مصر*. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية (٢٠١١). *نظام تقييم الهرم الأخضر Green Pyramids Rating System "GPRS"* . المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء: مجلس البناء الأخضر .

وزارة التخطيط والمتابعة والإصلاح الإدارى (٢٠١٦). *استراتيجية التنمية المستدامة: رؤية مصر ٢٠٣٠* . جمهورية مصر العربية.

وزارة البيئة (٢٠١٧). *تقرير حالة البيئة في مصر لعام ٢٠١٥ – الباب الثاني: المياه العذبة*. جهاز شئون البيئة.

المراجع الأجنبية:

Abdel-Gawad, S. (2007). Actualizing the Right to Water: An Egyptian Perspective for an Action Plan. *International Journal of Water Resources Development, 23*, 341-354. International Development Research Centre (IDRC). Doi: 10.1080/07900620601181788

Abu-Dhabi Urban Planning Council (ADUPC) (2010). *The Pearl Community Rating System for Estidama: Design & Construction (PCRS): Version 1*. Emirate of Abu Dhabi.

Aubrey, F. & Emily, O. (2005). *Grey Water Use*. Retrieved from http://forest.mtu.edu/pcforestry/resources/studentprojects/AubreyEmily/greywater.html

Boer, F. (2010). Water Squares: The Elegant Way of Buffering Rainwater in Cities. *TOPOS, 70*, 42-47.

Building Research Establishment Global LTD (BRE) (2011). *BREEAM for Communities: stage 2, Technical Guidance Manual: Version 1*. UK: Bucknalls Lane.

Browne, I. (2005). *Bioretention Systems for Stormwater Management*. Retrieved from http://www.fxbrowne.com/html/gs-facts/gs-factsheet05v9.pdf

California Stormwater Quality Association (CSQA) (2003). *California Stormwater BMP Handbook: Sediment Basin*. Fact Sheet No. SE-2.

Congress for the New Urbanism (CNU), Natural Resources Defense Council (NRDC) & the U.S. Green Building Council (USGBC) (2009). *LEED -2009 for Neighborhood Development Rating System* (*LEED-ND)*. Washington: U.S. Green Building Council.

Department of Planning and Local Government (DPLG) (2010). *WSUD Measures for Different Types and Scale of Development: Water Sensitive Urban Design Technical Manual for the Greater Adelaide Region.* Government of South Australia , Greater Adelaide Region ,Department of Planning and Local Government.. Retrieved from www.planning.sa.gov.au/go/wsud

Department of Environment and Conservation NSW (DEC) (2006). *Managing Urban Stormwater: Harvesting and Reuse.* Retrieved from http://www.environment.nsw.gov.au/resources/stormwater/managestormwatera06137.pdf

Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung (Association for Rainwater Harvesting and Water Utilisation) (FBR) (2006). *Greywater Recycling and Reuse*.. Retrieved from http://www.fbr.de/fileadmin/user_upload/files/Englische_Seite/Greywater_Recycling_Introduction.pdf

Example Section of Bioretention System [online image]. Retrieved April 20, 2017 from http://www.riversands.com.au/bioretention-system.php

Egyptian Green Building Council (EGBC) (2011). *The Green Pyramid Rating System: First Edition (GPRS).* The Housing Building National Research Center, The Egyptian Green Building Council, Ministry of Housing, Utilities and Urban Development, Egypt.

Finnie, R. (2013). *Blue Roof : Why It Is a Bad Idea*. SIG Design Technology. Retrieved from http://www.singleply.co.uk/blue-roof-design-why-bad-idea/

Grau, D. & Dreiseitl, H. (2006). *Water Landscapes: Planning, Building and Shaping with Water*. UK, Wallingford: Birkhauser Verlag AG. Doi: 7719-9783764364106

Gold Coast City Council (GCCC) (2006). *Stormwater Quality Management Guidelines.* Ecological Engineering and Waterway Solutions, Australia. Retrieved from http://www.goldcoast.qld.gov.au/t_standard2.aspx?PID=7905

How Wetlands Work [online image]. Retrieved April 19, 2017 from https://www.slideshare.net/MagnusMurray/constructed-wetlands-summary-code-innovation-feb-2013

Hammer, S., Kamal-Chaoui, L., Robert, A. & Plouin, M. (2011). *Cities and Green Growth: A Conceptual Framework.* OECD Regional Development Working Papers 2011/08, 141. OECD Publishing. Doi: 10.1787/5kg0tflmzx34-en

Hoyer, J., Dickhaut, W., Kronawitter, L., & Weber, B. (2011). Water Sensitive Urban Design: Principles and Inspiration for Sustainable Stormwater Management in the City of the Future. *Kurfürstenstraße Journal*. Doi 978-3-86859-106-4. Hafen City University, Hamburg, Germany.

Hobart City Council (HCC) (2006). *Water Sensitive Urban Design; Site Development Guidelines and Practice Notes*. Australia.

Jacobs, J. (2010). *The Rotterdam Challenge on Water and Climate Adaption Gemeente*. Rotterdam Climate Proof, Rotterdam, Holland. Retrieved from http://www.deltadialogues.com .

Joint Steering Committee for Water Sensitive Cities (JSCWSC) (2009). *Evaluating Options for Water Sensitive Urban Design: A National Guide*. Joint Steering Committee for Water Sensitive Cities, Australia.

Kafafy, N. & Haroon, S. (2014). Xeriscaping: A Greening approach for facing water scarcity in arid cities: The Case of Egypt. *Journal of Urban Research (JUR),*12, 1-22. Faculty of Urban & Regional Planning, Cairo University.

Local Governments for Sustainability (LGS) (2012*). Sustainability Tool for Assessing & Rating Communities (STAR): Version1*. District of Columbia, Department of Environment, Washington, USA.

Malcolm, E., Kim, M., Alan, H., Sally, B., James, C., Tony, D., … Gary, W. (2009). *Concept Design Guidelines for Water Sensitive Urban Design.* South East Queensland Healthy Waterways Partnership, Brisbane.

Ministry of Foreign Affair (MFA) (1998). *Egypt Evaluation of the Netherlands Support to Water Management and Drainage 1975-1996.* Netherlands, Policy and Operation Department.

Ministry of Water Resource & Irrigation (MWRI) (2005). *Water for the Future: National Water Resources Plan 2017 (NWRP project)*. Cairo, Arab Republic of Egypt.

Mangangka I., Liu A., Goonetilleke A. & Egodawatta P. (2016). Enhancing the Storm Water Treatment Performance of Constructed Wetlands and Bioretention Basins. *Springer Briefs in Water Science and technology*. DOI: 10.1007/978-981-10-1660-8_1.

Morgan, C., Bevington, C., Levin, D., Robinson, P., Davis, P., Abbott, J. & Simkins, P. (2013). *Water Sensitive Urban Design in the UK: Ideas for Built Environment Practitioners*. London: CIRIA London.

Ossip van Duivenbode [online image]. Retrieved April 20, 2017 from http://www.publicspace.org/en/works/h034-water-square

Peel-Harvey Catchment Council (PHCC) (2011). *The Green at Brighton*. New Water ways UDIA, Boulevard, City of Maneroo, Australia. Retrieved From http://www.newwaterways.org.au/files/files/123_The_Green_final_Sep2011.pdf .

Pushard, D. (2015). *Passive Versus Active Rainwater Harvesting.* Harvest H2O. Retrieved from http://www.harvesth2o.com/passive_active.shtml (accessed 6/3/2017).

Shalaby (2011). Urban Heat Island and Cities Design: A Conceptual Framework of Mitigation Tools in Hot Arid Regions. *Journal of Urban Research, 11,* 1-22. Faculty of Urban and Regional Planning, Cairo University.

Sheikh, B. (2009). *White Paper on Gray Water*. Retrieved from The American Water Works Association, Water Environment Federation & the Water Reuse Association. http://www.azwater.gov/azdwr/WaterManagement/documents/GraywaterWhitePaperFinal.pdf

Shire of Peppermint Grove (SPG) (2012). *The Grove: Leading, Learning, Livin*g. New Water Ways. Australia. Retrieved from http://www.newwaterways.org.au/files/files/186_The_Grove_May2012.pdf.

Smith, T. (2013). *Applying the Xeriscape Design Concept*. Wynn-Smith Landscape Architecture, Inc. Retrieved from http://wynn-smith.blogspot.com.eg/

Stromme, L. (2017). *Trees and Turf: Are They Compatible?*. SULIS: Sustainable Urban Landscape Information Series, University of Minnesota. Retrieved from http://www.extension.umn.edu/garden/landscaping/implement/trees_turf.html . (accessed April 2, 2017) .

Speck, S. (2017). *How Irrigation Works: Trickle or Drip Irrigation*. Home & Gardensm. Retrieved from http://home.howstuffworks.com/irrigation3.htm

Sydney Water (2016). History of Sydney Water. Retrieved from http://www.sydneywater.com.au/SW/education/Watermanagement/HistoryofSydneyswater/index.htm

Titiksha (2017). *Traditional and Modern Irrigation Methods*. Retrieved from http://www.biologydiscussion.com/articles/traditional-and-modern-irrigation-methods/2419.

UNEP (1999). *Global Environmental Outlook 2000 (GEO).* United Nations Economic Commission for Africa (UNECA), Earthscan, London.

UNEP (2015). *Sustainable Development Goals 2030*. Retrieved from http://www.un.org/sustainabledevelopment

UNEP (2012*). Human Development Index, Egypt*. Retrieved from http://www.un.org/ Human Development Index/Egypt

U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (2014). *Green Communities: Smart Strategies for a Sustainable Future.* Retrieved from http://www.epa.gov/greenkit/index.htm

University of Arizona (2014). *Desert Water Harvesting Initiative: Guide to Assessing Rainwater & Stormwater Harvesting Potential to Meet Multiple Challenges & Provide Multiple Benefits*. College of Agriculture & Life Science, Water Resources Research Center (WRRC).

University of Georgia (2007). *Xeriscape: A Guide to Developing Water-wise Landscape*. College of Agricultural & Environmental Sciences.

[Untitled Illustration of a Swale]. Retrieved April 20, 2017 from https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/564x/79/76/44/79764448099c6463226a799d0161c640.jpg

[Untitled Illustration of a Blue Roof]. Retrieved April 19, 2017 from http://www.roofingmagazine.com/green-blue-making-roof-systems-sustainable-urban-environments/

World Bank (2009). *Global Footprint Network: Egypt 1961–2009*. United Nations Reports, World Development Indicators. Retrieved from http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/trends/egypt/

World Bank (2014). *World Development Indicators*. Retrieved from http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators .

Wagner, I. & Zalewski, M. (2009). Eco Hydrology as a Basis for the Sustainable City Strategic Planning: Focus on Lodz, Poland. *In Reviews in Environmental Science and Bio/Technology* , 8(3):209-217. Springer Science & Business. Retrieved from http://switchurbanwater.lboro.ac.uk/outputs/pdfs/W5-3_CLOD_PJ_Ecohydrology_as_a_basis_for_sustainable_city_strategic_planning.pdf

Weebly (2012). *Subsurface Drip Irrigation, Saving Water Througe Farmed Education*. Retrieved from http://agh2oeducation.weebly.com/how-to-save.html

Vinod, K. G., Imran, A., Tawfik, A. S., Arunima, N., & Shilpi, A. (2012). Chemical Treatment Technologies for Waste-water Recycling: an Overview. *RSC Advances*, 2, 6380–6388. DOI: 10.1039/C2RA20340E

Younan ,V. A. (2011). *Developing a Green Building Rating System for Egypt*. MSc in Construction Engineering (unpuplished), School of Sciences and Engineering, The American University in Cairo.

Youtube (2016). *Water Recycling Technologies in Israel* [Video file]. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=twtTe6J3lT4

Developing a Local System of Green Consumption of Water in Egyptian Urban Communities

Aboulfetouh Saad Shalaby

Amal Esaid Ismail

Abstract

According to the Water Stress Index, Egypt is one of the countries which suffers from water scarcity. This water issue is prone to get worse if necessary measures are not taken. Relevant to this issue is an international growing discourse on green urban communities which stand as a promising alternative to conventional ones in encompassing sustainability principles, including the increase in water use efficiency and the provision of extra pure water through collection, filtration and reuse processes.

The sound presence of this green communities approach entails studying the possibility of making use of its water component in Egypt so that its urban environment is prepared to play its role in abating this augmenting water issue. This is especially needed when considering the absence of a comprehensive integrated local approach for green solutions. Adopting the argument that an approach which works out in one place does not necessarily fit with another - due to differing environmental and social characteristics - this research poses the following two questions: what is the local system that could achieve the green use of water in Egyptian urban communities? And what are the factors shaping this contextual system?

To answer these questions, this qualitative research first builds a theoretical framework of green use of water from relevant international secondary resources available. Second, it presents and discusses this framework with selected local experts through semi-structured interviews using the Delphi Method towards distilling what could stand as the local system of green use of water in Egyptian urban communities, and defining the forces which govern its formation.

This research reaches a local system which puts the Egyptian built environment on its first steps towards the green use of water and it does that taking into consideration its unique contextual characteristics. Yet, the formed system has some shortcomings and some of its components are still debatable among experts. This entails further research to deal with these shortcomings through vividly addressing its shaping forces.

Keywords: Green urban communities, Green water use, Water-sensitive urban design.