

## تطبيقات كفاءة المياه للعمارة و العمران في نظم التقييم البيئي العالمية والمحلية

# Water Efficiency Applications for Architecture and Urbanism in International and Local Environmental Assessment Systems

Marin Adel Yousef, Prof. Sherif Sheta <sup>a</sup>, and Dr. Mohamed Khalil<sup>b</sup>

### ملخص البحث

يحتاج التشكيل المعماري في العمران إلى جهد كبير لتحقيق التنمية المستدامة، ذلك لأنها صناعة تعتمد على استهلاك الكثير من الموارد الطبيعية مثل الطاقة و الماء. و بما أن الماء العذب مورد شحيح بطئ التجدد، فإن إدارة الموارد المائية أمر ضروري للاستدامة أي عمران على كل من المدى المتوسط والبعيد. وقد تم مؤخراً تطوير العديد من أدوات التقييم البيئية وأنظمة تقييم المباني الخضراء من قبل العديد من البلدان إقليمياً وعالمياً، وبالتالي انتشرت أنظمة تقييم المباني الخضراء لتساعد المعماري على تنفيذ ممارسات البناء الأخضر وتحقيق بيئة مستدامة، وذلك عن طريق تبني كل نظام لمعايير رئيسية مستدامة للطاقة والمياه والموقع و جودة البيئة الداخلية والمواد. وحيث أن ندره المياه العذبة قضية عالمية، فإن هذه الورقة البحثية تهدف إلى إيجاد آلية للتحقق من كفاءة استخدام المياه و الحفاظ عليها في أنظمة تصنيف المباني الخضراء ومدى فعاليتها ومقارنتها بالأنظمة المحلية داخل مصر، مع المقارنة بالأنظمة العالمية من حيث المتطلبات والاستراتيجيات الرئيسية لكفاءة المياه، ومدى دقة النظام المحلي في التقييم وفعاليتيه. وقد وجد أن هدف كل الأنظمة العالمية هو تقليل استهلاك المياه الصالحة للشرب والاتجاه إلى الحفاظ على المياه ورصدها طوال دوره حياه المشروع، وعلاوة على ذلك تمكنت الورقة من تقييم النظام المحلي (الهرم الأخضر) واقتراح تعديلات تجعله أكثر فاعليه وأكثر دقة.

### كلمات مفتاحية:

تشكيل معماري، العمران، العمارة، نظام التقييم الأخضر، كفاءة استخدام المياه، المحافظة على المياه.

### ١- المقدمة

يتجه العالم إلى مستقبل تتناقص فيه موارد المياه، مع تزايد التهديدات بالجفاف ومزيد من التصحر، وقصور الحلول المتاحة لمواجهة تلك التحديات. فهناك فرق بين بلد تحتوي على كميات قليلة من المياه و موارد كافية لشراء كل الاحتياجات، وبلد أخرى غير متطورة لا تملك أيًا منهما. وباستخدام مجموعة من النماذج المناخية والسيناريوهات الاجتماعية-الاقتصادية قام معهد الموارد العالمي (World Resources Institute) WRI بقياس استنزاف المياه السطحية في ١٦٧ دولة بحلول أعوام ٢٠٢٠ و ٢٠٣٠ و ٢٠٤٠. حيث تم تسجيل وتصنيف الإجهاد المائي في المستقبل لعام ٢٠٤٠، وقد وجد أن ٣٣ دولة تواجه ضغطًا مائيًا مرتفعًا للغاية. (شكل ١)

وبذلك فإن العالم بحاجة إلى الاستخدام المستدام للمياه، وتحقيق الصداقة البيئية والملاءمة التكنولوجية والجدوى الاقتصادية لها. ولتحقيق ذلك نحتاج إلى القبول الاجتماعي لقضايا التنمية والعمارة الخضراء (التصميم الأخضر). (Maddocks, A. Young, R. Reig, P. August ٢٠١٥)

عرف Roy Madhumita, ٢٠٠٨ في كتابه "Importance of green architecture today" ان التصميم الأخضر نهج للبناء يقلل من الآثار الضارة على صحة الإنسان و البيئة، وفيه يحاول المصمم حماية الهواء والماء والأرض من خلال اختيار مبنى صديق للبيئة عن طريق اختيار المواد وممارسات البناء المناسبة له، ومن هذا البعد، تم زيادة الاهتمام بالبيئة والتنمية المستدامة في جميع أنحاء العالم، فكان هناك تطور سريع في عدد طرق وأدوات تقييم المباني البيئية أو الخضراء.

وكما ذكر Linda Reeder ٢٠١٠ أن أدوات التقييم للمباني البيئية قد انتشرت على نطاق واسع في السنوات الأخيرة وجذبت قطاع البناء والتوعية العامة في مجال الاستدامة. لذلك، في الوقت الحاضر، أصبحت صناعة البناء هي إحدى أهم الصناعات الحديثة، والتي لها أداء مستدام وبيئي. وبالتالي، سيصبح استخدام الأدوات البيئية بنداً إلزامياً في جدول أعمال المشروعات.

و ذكر Sam Kubba ٢٠١٧، ان هناك المنات من أدوات تقييم البناء تركز على مجالات مختلفة في التنمية المستدامة ومصممة لأنواع مختلفة من المشاريع في جميع أنحاء العالم. تتضمن هذه الأدوات تقييم دورة حياة المبنى، تكلفة دورة الحياة، تصميم أنظمة الطاقة والمياه، تقييم الأداء، تحليل الإنتاجية، تقييم جودة البيئة الداخلية، تحسين العمليات والصيانة، تصميم المبنى بالكامل وأدوات التشغيل. وفي هذه الدراسة تم التركيز على معايير تصميم كفاءة المياه داخل أنظمة التقييم والتصنيف العالمية و تم اختيار أنظمه التقييم المستخدمة في المناطق ذات الجهد المائي المرتفع مثل الولايات المتحدة الأمريكية و أستراليا و الإمارات و مصر. وأيضاً عمل مقارنه بين هذه الأنظمة و الوصول إلى أدق تقييم شامل لعناصر كفاءة المياه.

## ٢- المشكلة البحثية

يواجه العالم مشكلات عديدة تتعلق بالمياه، خاصة في ظل الثورات الصناعية والتقدم التكنولوجي الحديث. فمعظم البلدان التي اهتمت بالتصنيع، تعاني مشكلة تلوث أنهارها بالنفائيات العضوية والصناعية بمعدلات مضطربة وكثيراً ما تغفل عمليات إزالة التلوث مما يؤثر على البيئة، فقد حظيت عملية التصنيع على أولوية أكثر من إزالة الملوثات. فكان من عواقب هذا الوضع، تدهور موارد المياه، وأصبحت المشكلات البيئية أخطر المشكلات التي تواجه كثير من الأقاليم والبلاد، وعلى رأسهم الثروة المائية العربية. (سلامة، رمزي ٢٠٠١).

يحذر تقرير التنمية المائية في العالم الصادر عن الأمم المتحدة لعام ٢٠١٨، من أن مصر حالياً تحت عتبة فقر المياه، فهي وصل نصيب الفرد في اليوم الواحد (٥٠٠ متر مكعب للفرد). فيما يقدر المتوسط العالمي لنصيب الفرد وفقاً لخط الفقر المائي بنحو ١٠٠٠ متر مكعب سنوياً. (Srouf. Maged, Sep ٢٣, ٢٠١٩)

نستخلص من ذلك أنه حتى ولو لم يتأثر نصيب مصر من ماء النيل بإنشاء السدود الأثيوبية، وبقيت حصة الدولة على وضعها الحالي، فإنها لن تصبح كافية مع استمرار الزيادة السكانية، وتضاعف عدد السكان كل ٢٠ عاماً. الأمر الذي يمثل خللاً في التوازن بين الموارد المائية المتجددة والمتاحة والطلب المتزايد عليها، فالعجز في الموارد المائية يتزايد عاماً بعد آخر، ومن شأن ذلك أن يؤدي إلى إعاقة التنمية. فالاحتياجات تفوق الموارد المتجددة والمتاحة، وأول ما ينبغي البدء به هو ترشيد استخدامنا للمياه عبر ادارتها والتوعية والرقابة، والبحث عن مصادر بديلة فلا غنى لواحدة عن الأخرى.

## ٣- الهدف من البحث

يهدف البحث الى اقتراح مجموعه من معايير التقييم الاخضر لتطوير نظم تقييم المباني في مصر.

#### ٤- المنهجية البحثية

اعتمد البحث على اتباع دراسة تحليله لأنظمة التقييم الأخضر المختلفة حول العالم. وخاصة في البلدان التي تعاني من ضغط مياه عالي، و اجراء المقارنات اللازمة للوصول لأفضل نقاط تقييم كفاءة استخدام المياه فعالة داخل مصر.

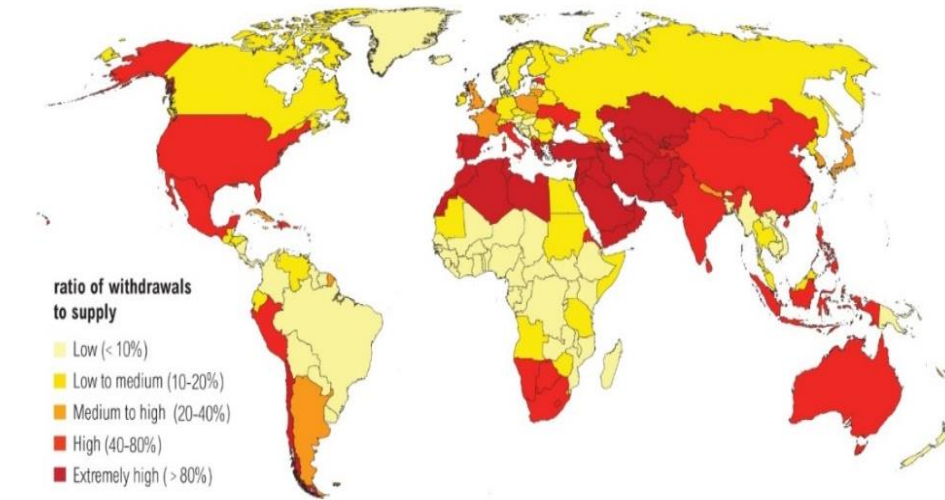
#### ٥- التعريف بنظم البناء الأخضر

يتألف المجلس العالمي للبناء الأخضر الذي تأسس في عام ١٩٩٨ من عدة مجالس وطنية في اثني عشر بلداً حتى عام ٢٠٠٨، وتتواجد مجالس البناء الأخضر حالياً في أكثر من ٧٠ دولة حول العالم، والهدف على المدى الطويل هو إنشاء مجلس المباني الخضراء في كل بلد لكي يجعل البناء الأخضر حقيقة واقعية للجميع في كل مكان. (World Green Building Council, ٢٠١٦-٢٠١٨)

#### ٦- معايير اختيار عينه الدراسة

في الدراسة التالية تم اختيار الحالات الدراسية التحليلية للبلدان التي تعاني من زيادة في الإجهاد المائي الحالي و المتوقع لعام ٢٠٤٠ (شكل ١) مع تواجد للمجالس الوطنية للبناء الأخضر في نفس المنطقة. وبناءً على ذلك تم اختيار بعض البلدان الآتية على سبيل المثال لا الحصر: (أمريكا -أستراليا-الهند- الخليج العربي - مصر)، لدراسة كفاءة استخدام المياه في نظام التصنيف الخاص بكل بلده وتم اختيار البلاد ذات الإجهاد المائي المرتفع بنسبة ٤٠% إلى ٨٠%. ماعدا مصر تقع في أماكن الإجهاد المائي متوسط الارتفاع بنسبة ١٠% إلى ٢٠%، الى إن هناك حاجة ماسة لدراسة ما توصل اليه الخبراء المصريون في مجال كفاءة استخدام المياه في مختلف تطبيقات العمارة والعمران .

#### Water Stress by Country: 2040



شكل(١١-) خريطة الإجهاد المائي المتوقع لسنة ٢٠٤٠  
المصدر | (Luo, T., R. Young, and P. Reig. ٢٠١٥.)

## ٧- معايير تقييم كفاءة استخدام المياه في بلاد تعاني الإجهاد المائي واحتياج شديد للحفاظ على المياه:

### ١-٧ الحالة الدراسية التحليلية في الولايات المتحدة الأمريكية

#### ١-١-٧ مقدمه

تعانى الولايات المتحدة الأمريكية من إجهاد مائي مرتفع يبدأ من ٤٠% إلى ٨٠% ولكنها تعتمد على نظام تقييم

"LEED v٤ Leadership in Energy and Environmental Design" الريادة في الطاقة و التصميم البيئي"

(LEED) وهو نظام تبناه مجلس البناء الأخضر الأمريكي USGBC منذ عام ١٩٩٨، وفي أواخر عام ٢٠١٣ أصدر المجلس نسخة محدثة من LEED والمعروفة باسم LEED v٤ ، والتي عدلت فيها العديد من الاعتمادات في نظام التصنيف ، وخاصة بالنقاط المتعلقة بمواد البناء والمنتجات. و يحتوي الإصدار LEED v٤ على نفس الفئات العامة في LEED ٢٠٠٩ وبشكل نقاط كفاءة استخدام المياه ١١ % من نسب توزيع باقي النقاط على فئات نظام LEED v٤ (LEED AP. April ٢٠١٦) . (١) (CHRISTINE A. SUBASIC, P.E., LEED AP. April ٦, ٢٠١٨.)

### جدول (١) معايير التقييم كفاءة المياه LEED v٤ يتكون من Pre-requisites و Credits (CHRISTINE A. SUBASIC, P.E., LEED AP. April ٦, ٢٠١٨.)

عدد النقاط	Credit Criteria	معايير الانتمان كفاءة المياه
متطلب سابق	Outdoor water use reduction	تقليل استخدام المياه خارج المبنى
متطلب سابق	Building – Level Water Metering	قياس المياه على مستوى المبنى
٢	Outdoor Water Use Reduction	تقليل استخدام المياه خارج المبنى
٥	Indoor Water Use Reduction	تقليل استخدام المياه داخل المبنى
٣	Cooling Tower Water Use	استخدام المياه في أبراج التبريد
١	Water Metering	قياس المياه

### ١-٧-٢ - المثال التحليلي : المتحف الوطني لتاريخ وثقافة الأميركيين الأفارقة

#### National Museum of African American History and Culture

الموقع : واشنطن - الولايات المتحدة الأمريكية	الافتتاح : عام ٢٠١٦
المعماريين : Davis Brody Bond / Adjaye Associates / Freelon Group	
نظام التقييم الأخضر الحاصل عليه : Golden LEED	
النوع : متحف تاريخي	المساحة الإجمالية: ٢٩٠٠٠ متر مربع
يشكل المبنى من ثلاث طبقات ويقع أكثر من نصف المتحف تحت الأرض يحتوي المبنى على صالات العرض، ومركز التعليم وقاعة المحاضرات و مكاتب وكافتيريا و مخازن . وتغطي الواجهات المزججة أعمالاً تضم ٣٦٠٠ لوحة من الألمنيوم المصبوب ، يتغير لون المبنى الخارجي طوال اليوم، ويظهر على شكل النحاس في أشعة الشمس، وأكثر قتامة في المساء.	
Fernanda Castro , ٢٠١٩ , archdaily	

 <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;">شكل (٣)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;">شكل (٢)</div> </div>	<p><b>شكل (٢) حوض مائي امام المبنى</b> بتشكيل هندسي منتظم الذي يجلب الضوء استخدمه في ابراز تشكيل المبنى كعمل فني نحتي ضخ</p> <p>المصدر : Darren Bradley, ٢٠١٩, archdaily</p> <p><b>شكل (٣) استخدم المياه بالفراغ الداخلي للمبنى</b> فناء تأملي به شلال دائري يتدفق المياه إلى بركة اسفل الشلال وعلى جانبية مقاعد حجرية للزوار. مما ادى الى تأثير صوتي بداخل الفناء ليعطيك احساس بالتأمل و التاريخ شلالات افريقيا .</p> <p>المصدر : ( Brad Feinknopf, ٢٠١٧, Dezeen)</p>
<p>حاصل على ١٠ % من إجمالي النقاط تقييم LEED في المياه و استطاع تقليل استخدام المياه من النظام البلدي بنسبة ٨ مليون غالون سنويا. ( Bunch Lonnie, ٢٠١٠)</p>	<p><b>كفاءة استخدام المياه : النهج العام في المبنى</b> هو تطوير نظام شامل لإدارة مياه الأمطار يشمل تجميع مياه الأمطار لتقليل استخدام مياه الشرب لري الأراضي وتقليل جريان مياه الأمطار في الموقع</p>
 <p><b>شكل (٤) المخطط لنظام الترشيح المياه</b></p>	<p><b>شكل (٤) مخطط لنظام الترشيح المياه</b> اولا تجميع مياه الأمطار والمياه الجوفية والمياه المكثفة</p> <p>ثانيا تخزين المياه في خزان مياه حيث يبلغ حجمه ١٥٠٠٠ جالون من المياه المعالجة</p> <p>ثالثا تكنولوجيا اعادة تدوير المياه الرمادية حيث نظام الترشيح في المتحف لديه القدرة على تصفية ٢٠٠ غالون في الدقيقة الواحدة. ثم يتم تخزين المياه التي تمت تحليتها لتستخدم لرياضات المرحاض وتشكيلات المياه في المبنى. واستخدام المياه المعالجة في الري</p> <p>رابعا استخدام العديد من النباتات المحلية و المتكيفة مع المناخ و موفره في استهلاكها للمياه</p>

## ٢-٧- الحالة الدراسية التحليلية في أستراليا Australia

### ١-٢-٧- مقدمه

تعانى أستراليا من إجهاد مائي مرتفع يبدأ من ٤٠% إلى ٨٠% ، ولكنها تعتمد على نظام تقييم GREEN STAR النجم الأخضر ، وهي منظمه مستوي عضويتها بالمجلس العالمي للبناء الأخضر Established ، أطلق في عام ٢٠٠٣ من قبل مجلس المبني الأخضر في أستراليا ، وتم تطوير النجم الأخضر لإنشاء أداة تصنيف موحدة لقياس القيادة البيئية والوعي في حركة تصميم المباني الخضراء. ويشكل نقاط كفاءة استخدام المياه ١١% من نسب توزيع باقي نقاط فئات النظام ، جدول (٢) (٢٠١٥، Green Building Council of Australia)

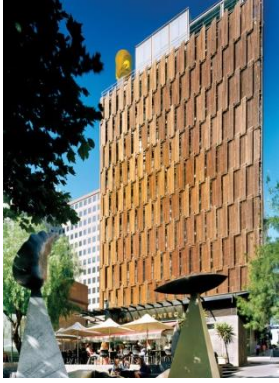
جدول (٢) معايير التقييم كفاءة المياه GREEN STAR النجم الأخضر  
(Scorecard , Green Building Council of Australia, ٢٠١٥.)

عدد النقاط	Credit Criteria	معايير الائتمان كفاءة المياه
١	Sanitary Fixture Efficiency	كفاءة تركيبات صحيه
١	Rainwater Reuse	اعاده استخدام مياه الامطار
٢	Heat rejection	تقليل امتصاص الحرارة
١	Landscape Irrigation	ري المناظر الطبيعية
١	Fire System Test Water	اختبار المياه في نظام الحريق

## ٢-٢-٧- المثال التحليلي: مبنى مجلس المدينة بملبورن رقم ٢ / CH٢

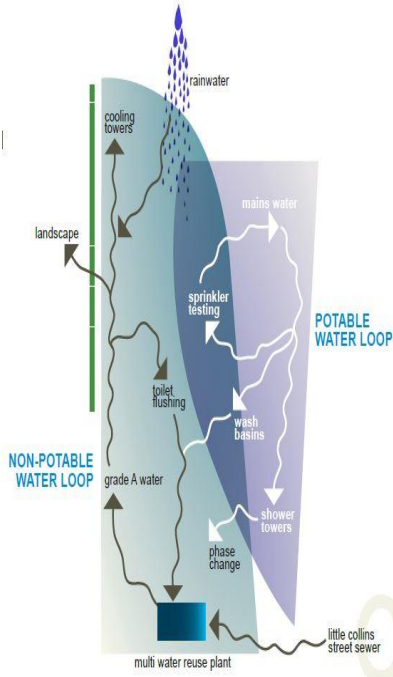
### Melbourne City Council House ٢

الموقع : ملبورن- أستراليا	الافتتاح : عام ٢٠٠٦
المعماريين : Mick Pearce with DesignInc.	
نظام التقييم الأخضر الحاصل عليه : ٦ نجوم في تقييم النجم الأخضر Green Star	
النوع: مجمع إداري وتجاري	المساحة الإجمالية: ١٢٥٠٠ متر مربع
<p>أول مبنى في أستراليا يمنح الخمس نجوم في تصنيف النجم الأخضر، وقد غير مبنى CH٢ الفكر المعماري في منطقتة المحلية وألهم المطورين والمصممين في جميع أنحاء أستراليا والعالم. تم تصميمه ليعكس بيئة الكوكب بنظام معقد للغاية من المكونات المترابطة ، كما أنه من المستحيل تقييم دور أي جزء من هذه البيئة دون الرجوع إلى الكل ، يشتمل CH٢ على العديد من الأجزاء التي تعمل معاً لتدفئة المبنى وتبريده وتزويده بالطاقة وتزويده بالمياه ، مما يخلق بيئة متجانسة. تتيح هذه الأداة الملاحية عرضاً تفاعلياً لعناصر التصميم المبتكرة والمترابطة في CH٢ ، يعمل المبنى أثناء النهار والليل ، وفي أوضاع الشتاء والصيف و في كل موسم يعمل بشكل جديد متكامل يتناسب مع الغلاف المحيط للمبنى. المصدر (٢٠١٩، City of Melbourne)</p>	



شكل (٥)

شكل (٥) الواجهة الرئيسية للمبنى صممت الواجهات بحيث يوفر الهواء النقي داخل المبنى بنسبة ١٠٠ ٪ مع تغيير الهواء بالكامل كل نصف ساعة.  
المصدر: Dianna Snape, ٢٠١٣, archdaily.



شكل (٦)

**كفاءة استخدام المياه:** استخدم استراتيجية الحفاظ على المياه في CH<sub>2</sub> حقق توفير في المياه وصل استهلاك المياه الى أقل من ٣١ لترًا يوميًا لكل شخص.

تنقسم تدابير إدارة المياه إلى أربع فئات كما موضح في شكل (٦): أولاً إعادة تدوير المياه عن طريق معالجة مياه الصرف الصحي

ثانياً حصد مياه الأمطار واختيار رشاشات المياه بتقنيات مبتكرة وحديثه لتوفير المياه، حيث تم تركيب تقنيه "AAAA" في المبنى بالكامل

ثالثاً استخدام الصنابير ورؤوس الدش ذات معدل تدفق منخفض يصل الى حوالي ٢.٥ لتر في الدقيقة، و تركيب لجميع الصنابير الاحواض أجهزه استشعار إلكترونية، وتركيب مراحيض ذات دفق مزدوج يتراوح من ٣ الى ٤ لترات .

رابعاً يتم استخراج حوالي ١٠٠٠٠٠٠ لتر من المياه السوداء (الصرف الصحي) يوميًا حيث يتم تجميع و تحليه مياه الصرف الصحي والمياه العادمة الاخرى ، من خلال محطة معالجة متعددة المياه، وتزود محطة المعالجة مياه الأمطار بنسبة ١٠٠ في المائة من المياه غير الصالحة للشرب لتعليه المياه ، وسقي النباتات وتلبيه احتياجات تنظيف المراحيض.

المصدر ( City of Melbourne, ٢٠١٩ )

### ٣-٧- الحالة الدراسية التحليلية في الهند India

#### ١-٣-٧- مقدمه

تعانى الهند من إجهاد مائي مرتفع يبدأ من ٤٠% إلى ٨٠%، ولكنها تعتمد على نظام تقييم Building (IGBC) The Indian Green Council .

تم تشكيل مجلس المباني الخضراء الهندي في عام ٢٠٠١ ، وهو جزء من اتحاد الصناعة الهندي (CII). وهي منظمة مستوي عضويتها بالمجلس العالمي للبناء الأخضر Established . وتتمثل رؤية المجلس في تمكين الهند لتكون واحدة من قادة العالم في البيئة العمرانية المستدامة بحلول عام ٢٠٢٥ . ويشكل نقاط كفاءة استخدام المياه ١٨ % من نسب توزيع باقي نقاط فئات النظام ، جدول (٣). (IGBC, September ٢٠١٦)

#### جدول (٣) معايير التقييم كفاءة المياه (IGBC) المصدر (٢٠١٦) (IGBC, Sep

عدد النقاط	Credit Criteria	معايير الانتماء كفاءة المياه
متطلب سابق	Rainwater Harvesting, Roof & Non-roof	تجميع مياه الأمطار على الأسطح او بدون
متطلب سابق	Water Efficient Plumbing Fixtures	أنظمة سباكه ذو كفاءة مياه عالية
٢	Landscape Design	تصميم المناظر الطبيعية
١	Management of Irrigation System	إدارة أنظمة مياه الري
٤	Rainwater Harvesting, Roof & Non-roof	تجميع مياه الأمطار على الأسطح او بدون
٥	Water Efficient Plumbing Fixtures	أنظمة سباكه ذو كفاءة مياه عالية
٥	Wastewater Treatment and Reuse	معالجه و اعاده استخدام المياه الرمادية
١	Water Metering	قياس المياه

### ٢-٣-٧- المثال التحليلي: جامعه سوزلون بهادابسار Suzlon One Earth

الموقع : هادابسار - الهند	الافتتاح : عام ٢٠٠٦
المعماريين : Christopher Benninger	
نظام التقييم الاخضر الحاصل عليه : IGBC + LEED India NC	
النوع : مؤسسه تعليميه	المساحة الإجمالية: ١٠ فدان
<p>Suzlon One Earth أحد أعرق الجامعات في العالم، وهي مقسمة إلى خمسة مبان فردية مترابطة تم تسميتها على نحو ملائم بعناصر الطبيعة (الشمس- السماء -الشجر- البحر). حقق المجمع بيئة إيجابية نظيفة فهي مقر صديق للبيئة ومكتفى ذاتيا. الحرم الجامعي مبني على مساحة ١٠ فدان، معزز بالكامل بالطاقة المتجددة، بما في ذلك توربينات الرياح والألواح الشمسية والخلايا الضوئية. ومن خلال الممارسات المستدامة مثل تجميع مياه الأمطار وتحويل النفايات في الموقع وتصميم "Office in Garden" لزيادة استخدام ضوء النهار ، نجحت Suzlon One Earth في تقليل تكلفة التشغيل بنسبة ٣٥%. (Suzlon powering a greener tomorrow , ٢٠١٨)</p>	





شكل (٧) مبانى سوزلون  
المصدر: A. Ramprasad  
Naidu, ٢٠١٤, archdaily

**كفاءة استخدام المياه** : تنقسم تدابير إدارة المياه إلى ثلاث فئات:  
أولا تقليل المياه المستخدمة في ري المناظر الطبيعية  
ثانياً تقليل استهلاك المياه داخل المبنى  
ثالثاً كفاءة استخدام المياه اثناء عملية البناء.  
ويمكن تلخيص السياسات التي تم تنفيذها في معالجة مياه الصرف و للإعادة الاستخدام المياه (Recycle, recharge, and reuse of water) حيث وصلت نسبة المياه المعاد استخدامها الى ٥٨.٣٣ % سنويا وذلك عن طريق :

- إنشاء WTP٢ محطة معالجة مياه للمياه الخام.
- إنشاء RO محطة معالجة المياه باستخدام ( RO Technology Max ) (٢٠٠LPH).
- إنشاء WTP١ محطة معالجة مياه الأمطار لنظام حصاد مياه الأمطار (إعادة التدوير وإعادة الاستخدام).
- إنشاء STP محطة معالجة ملوثات الصرف. المصدر (Kavita D Jain, ٢٠٠٩).

## ٧-٤- الحالة الدراسية التحليلية في الإمارات العربية المتحدة Emirates

### ٧-٤-١- مقدمه

تعانى الإمارات من إجهاد مائي مرتفع جدا بالأكثر من ٨٠%، ولكنها تعتمد على نظام تقييم The Pearl Rating System for Estidama [PBRs] ، وهو برنامج أسسته دائرة التخطيط العمراني والبلديات. وقد تم تأسيس مجلس الإمارات للأبنية الخضراء في عام ٢٠٠٦ بهدف دعم وتعزيز مبادرات البناء الأخضر. وتم تطوير نظام تقييم اللؤلؤة (PBRs) من قبل مجلس أبوظبي للتخطيط العمراني UPC، ويتشكل كفاءة استخدام المياه ٢٤% من نسب توزيع باقي نقاط النظام، وبالعملية الحسابية لها ٤٣ درجة من إجمالي ١٧٧. ونجد أنها تتوازن مع أهمية الطاقة و تأخذ نفس النسبة مما يوضح أهمية المياه الشديدة في الإمارات و يرجع ذلك إلى ندرتها محلياً ، جدول (٤). (UPC, April ٢٠١٠).

جدول (٤) معايير التقييم كفاءة المياه (PBRs) (UPC, April ٢٠١٠.)		
عدد النقاط	Credit Criteria	معايير الائتمان كفاءة المياه
متطلب سابق	Minimum Interior Water Use Reduction	الحد من استخدام المياه الداخلية
متطلب سابق	Exterior Water Monitoring	مراقبه المياه الخارجية
١٥	Improved Interior Water Use Reduction	تحسين و الحد من استخدام المياه داخل المبنى
٨	Exterior Water Reduction: Landscaping	الحد من استخدام المياه الخارجية: المناظر الطبيعية
٨	Exterior Water Reduction :Heat Rejection	الحد من استخدام المياه الخارجية: عزل الحرارة
٤	Exterior Water Reduction: Water Features	الحد من استخدام المياه الخارجية: تشكيلات المياه
٤	Water Monitoring& Leak Detection	مراقبه المياه وكشف التسرب
٤	Storm Water	مياه الامطار

### ٧-٤-٢- المثال التحليلي :متحف زايد الوطني / Zayed National Museum

الموقع : جزيرة السعديات –أبوظبي	الإفتتاح : ٢٠١٦
المعماريين: Foster + Partners	
نظام التقييم الأخضر الحاصل عليه : PBRs	
النوع: متحف وطني	المساحة الإجمالية: ٦٦٠٠٠ متر مربع
<p>الهدف من بناء متحف زايد هو الجمع بين شكل معاصر عالي الكفاءة ومن عناصر التصميم العربي التقليدي . وإنشاء متحف مستدام وثقافيّ. يحتفل المتحف بتراث الشيخ زايد وحب الطبيعة ، ويقع ضمن حديقة ذات مناظر طبيعية ، بناءً على مقتطفات من حياته، وتم عرض سبع صالات دائمة في المتحف الوطني - الشيخ زايد : (الحياة والوقت ، و النسور تحنيطهم ، والناس والتراث ، والأرض والمياه ، والتاريخ والمجتمع ، والعلوم والتعلم ، والإيمان والإسلام). سيتم استخدام مساحة أخرى للمعارض الخاصة. Kelly Minner. Nov٢٠١٠ ,</p>	
 <p>شكل (٨) المبنى مستوحى من طبيعة وشكل الجبال المصدر: Kelly Minner, ٢٠١٠, archdaily.</p>	<p>كفاءة استخدام المياه : تدابير إدارة المياه تتلخص في التدابير التقليل و توفير المياه حيث وصلت نسبه تقليل استخدام المياه الى ٢٨ % ، وتركيب صنابير الاحواض و صناديق الطرد منخفضة التدفق شأنها خفض الاستهلاك السنوي للمياه بنسبة ٥٣ % . المصدر (Ames Nick, Feb٢٠١٤)</p>

## ٨- تطبيقات كفاءة المياه في نظم التقييم بمصر Egypt

### ٨-١- مقدمه

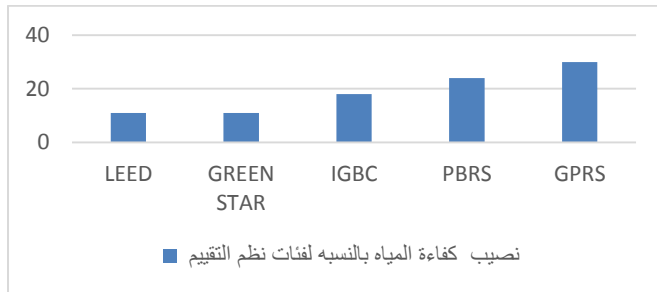
تعانى مصر من إجهاد مائي متوسط يبدأ من ١٠% إلى ٢٠% ولكن هناك محاولات محلية في مصر لوضع نظم للتقييم العمارة الخضراء فظهر نظام التقييم المصري المقدم من المركز القومي للبحوث والإسكان والبناء بالتعاون مع مجلس البناء الأخضر المصري وهو نظام الهرم الأخضر The Green Pyramid Rating (System) (GPRS) ، وهي منظمه مستوي عضويتها بالمجلس العالمي للبناء الأخضر ( Prospective ) . تم تصميم نظام تقييم الهرم الأخضر لتقييم المباني الجديدة الفردية وتم تأسيسه عام ٢٠١٠ . يشكل كفاءة استخدام المياه ٣٠% من نسب توزيع الدرجات على باقي الفئات ، وبالعمليات الحسابية لها نصيب ٥٠ درجة من إجمالي ١٨٠ درجة و نجد إنها لها النصيب الأكبر بالمقارنة بباقي الفئات النظام حتى أكبر من فئة كفاءة الطاقة في تقييم الهرم الأخضر، جدول (٥) . (٢٠١١) ( The Egyptian Green Building Council, )

جدول (٥) معايير التقييم كفاءة المياه (GPRS) المصدر ٢٠١١، The Egyptian Green Building Council		
عدد النقاط	Credit Criteria	معايير الائتمان كفاءة المياه
٨	Indoor Water Efficiency Improvement	تحسين كفاءة المياه في داخل المبنى
٩	Outdoor Water Efficiency Improvement	تحسين كفاءة المياه في خارج المبنى
٤	Efficiency of Water Based Cooling	كفاءة التبريد المائي
٤	Water Feature Efficiency	كفاءة المياه في التشكيل
٦	Water Leakage Detection	اكتشاف تسرب المياه
٣	Efficient water use during construction	كفاءة استخدام المياه اثناء البناء
١٢	Waste water management	إدارة المياه العادمة
٤	Sanitary Used Pip	استخدام مواسير صحيه

## ٩- مقارنة نظم التقييم البيئي المختلفة للمباني وفقا للوزن النسبي لكفاءة المياه

مما سبق يتضح ان تقييم كفاءة المياه بنظم التقييم التي تم دراستها تتخلف من نظام لآخر و بالتالي يمكن المقارنة بين كل الأنظمة السابقة لنصل إلى أحسن وأدق نظام يعطى أداء تقييمي شامل وسهل التطبيق على المباني.

شكل (٩) مقارنة بين فئات (كفاءة المياه) في كل نظام من حيث الوزن النسبي للكفاءة  
المصدر: الباحثون



من المقارنة السابقة يتضح أن الهرم الأخضر قد وضع أعلى نسبة نقاط في التقييم لكفاءة المياه بالمقارنة بباقي الأنظمة، وبالتالي يمكن وضع معايير التقييم لكل نظام بطريقة تفصيليه، ومقارنتها لتحديد الأكثر الأنظمة وعباً واهتماماً بقضية في الحفاظ على المياه في المباني، جدول (٦).

جدول ( ٦ ) مقارنة بين أنظمة التقييم البيئي عالمياً و محلياً من حيث معايير الائتمان مجعته من داخل كل الأنظمة التقييم المذكورة بالدراسة التحليلية المصدر: الباحثون

إعادة استخدام مياه الامطار	إدارة المياه العادمة الصرف الصحي و غيرها	اختبار المياه في نظام الحريق	استخدام مواسير صحية	اجهزة ذات كفاءة عالية لاستهلاك المياه	مراقبة المياه وكشف التسرب	كفاءة استخدام المياه أثناء البناء	كفاءة التبريد المائي	الحد استخدام المياه الخارجي: عزل الحرارة	الحد من استخدام المياه في وسائل الري	الحد من استخدام المياه الخارجي: تشكيلات المياه	الحد من استخدام المياه في خارج المبنى	الحد من استخدام المياه داخل المبنى	الفتة
✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	LEED
✓		✓	✓	✓				✓	✓				GREEN STAR
✓	✓			✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	IGBC
✓				✓	✓			✓		✓	✓	✓	PBRS
	✓		✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	GPRS

يتضح من الجدول (٦) أن نظام LEED والهرم الأخضر GPRS من أكثر الأنظمة اهتماماً بالمياه و كفاءتها ، وذلك من حيث عدد نقاط معايير الائتمان المحددة في النظامين ، وبالرغم من أن مستوى العضوية للهرم الأخضر نظريه Prospective إلا أنه اهتم بأكثر عدد ممكن من اشكال توفير المياه و الحفاظ على كفاءتها داخل المباني .

ونستخلص من التجارب الخمسة السابقة ان نظام LEED يحتوى على أدق المعايير ،التي تحدد كفاءة المياه في برنامج تقييمي بشكل قياسي واضح ،ويضع لكفاءة المياه أعلى مؤشرات الأهمية وبالتالي سيتم مقارنته بنظام الهرم الاخضر GPRS .

١٠- مقارنة نقاط الائتمان و استراتيجيات و معايير كفاءة استخدام المياه في كل من LEED و نظام الهرم الأخضر GPRS.

جدول (٧) مقارنة بين كفاءة استخدام المياه في كل من LEED و نظام الهرم الأخضر GPRS.		
المقارنة	الريادة في الطاقة و التصميم البيئي LEED	الهرم الأخضر GPRS
الأهداف العامة	<ul style="list-style-type: none"> <li>• حماية موارد المياه الطبيعية</li> <li>• تقليل الطلب على أنظمة إمدادات المياه البلدية</li> <li>• تقليل الحمل على نظام معالجة مياه الصرف الصحي</li> <li>• تقليل استخدام الطاقة في المباني عن طريق تقليل الحمولة في أنظمة التدفئة المياه وأنظمه الضخ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• مساعدة المهنيين في جميع أنحاء البلاد على تحسين جودة مبانيها وتأثيرها على البيئة</li> <li>• تطوير وتنفيذ استراتيجية شاملة للمياه.</li> <li>• تقليل الطلب على المياه الداخلية والخارجية</li> <li>• تقليل استخدام مياه الشرب</li> <li>• تشجيع استخدام المياه الرمادية المعاد استخدامها</li> <li>• تجنب استخدام المياه النظيفة الصالحة للشرب حيثما أمكن</li> <li>• الاهتمام بكفاءة المياه في المناظر الطبيعية landscape والتقليل من استخدام المياه للري</li> <li>• الحد من إنتاج مياه الصرف الصحي.</li> </ul>
كفاءة المياه في المناظر الطبيعية Water Efficient Landscaping	<ul style="list-style-type: none"> <li>• استخدام نوع المزروعات التي تستهلك كميات قليلة من الماء</li> <li>• استخدام الحديقة الجافة</li> <li>• الاهتمام بطول العشب الأخضر حتى لا يكون هناك زياده في معدل التبخر</li> <li>• تركيب ضوابط ذكيه على نظم الري</li> <li>• إعادة استخدام المياه الرمادية ومعالجتها.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• متوسط الطلب على الري يجب ان يكون ٥ لترات / م<sup>٢</sup> / يوم</li> <li>• تدوير المياه الرمادية ضروري</li> <li>• استخدام الترميز اللوني في الأنابيب للتمييز بين المياه المعالجة ومياه الشرب</li> <li>• استخدام أغطيه تظليل قابله للانكماش على المساحات المياه المفتوحة و حمامات السباحة.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• الحفاظ على المياه باستخدام أجهزة موفره بدلا من الأجهزة التقليدية</li> <li>• إدارة مياه الصرف الصحي و تركيب أجهزة قياس للتقليل استخدام المياه</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• استخدام أنظمه السباكة المعتمدة من Energy Star or Water Sense.</li> <li>• معالجه المياه العادمة في ٣ مراحل وإعادة استخدامها لتقليل الحمل على محطات معالجه مياه الصرف.</li> <li>• تقليل ٢٠% من استخدام المياه في المشروع هو شرط أساسي.</li> <li>• النظر لتعديل الصنابير الحالية و صنابير الاستحمام بأجهزة موفره ذات كفاءه عالية للمياه</li> <li>• النظر لتعديل و إعادة تهيئه كفاءه صمامات التدفق القديمة.</li> <li>• رصد وتتبع استهلاك المياه بشكل دوري ومستمر</li> <li>• كما انه يمكن تركيب أجهزة صحيه ذات كفاءه عالية طبقا للجدول(٧):</li> </ul> <table border="1" data-bbox="719 877 1257 1696"> <thead> <tr> <th colspan="3">جدول (٨) مواصفات أجهزة السباكة و معدل تدفقها. (المصدر ٢٠١٠. Linda Reeder)</th> </tr> <tr> <th>الاستراتيجية</th> <th>معدل تدفق المياه</th> <th>وصف</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>مراحيض ذات كفاءة عالية (١.٢٨ gpf) ، مراحيض ذات تدفق مزدوج ، المراحيض الأسمدة ، مياه رمادية معالجة</td> <td>١.٦ g</td> <td>مراحيض</td> </tr> <tr> <td>مباول منخفضة التدفق (٠.٥ gpf) ، مباول بدون ماء ، معالجه المياه الرمادية للتدفق</td> <td>١ g</td> <td>مبولة</td> </tr> <tr> <td>انخفاض تدفق الدش ١.٨ gpm أو أقل</td> <td>٢.٥ g</td> <td>دش استحمام</td> </tr> <tr> <td>انخفاض تدفق الدش ١.٥ gpm أو أقل</td> <td>٢.٢ g</td> <td>صنابير خاصه</td> </tr> <tr> <td></td> <td>٠.٥ g</td> <td>صنابير تجاريه</td> </tr> <tr> <td>انخفاض تدفق الدش ١.٥ gpm أو أقل</td> <td>٢.٢ g</td> <td>حوض المطبخ</td> </tr> </tbody> </table>	جدول (٨) مواصفات أجهزة السباكة و معدل تدفقها. (المصدر ٢٠١٠. Linda Reeder)			الاستراتيجية	معدل تدفق المياه	وصف	مراحيض ذات كفاءة عالية (١.٢٨ gpf) ، مراحيض ذات تدفق مزدوج ، المراحيض الأسمدة ، مياه رمادية معالجة	١.٦ g	مراحيض	مباول منخفضة التدفق (٠.٥ gpf) ، مباول بدون ماء ، معالجه المياه الرمادية للتدفق	١ g	مبولة	انخفاض تدفق الدش ١.٨ gpm أو أقل	٢.٥ g	دش استحمام	انخفاض تدفق الدش ١.٥ gpm أو أقل	٢.٢ g	صنابير خاصه		٠.٥ g	صنابير تجاريه	انخفاض تدفق الدش ١.٥ gpm أو أقل	٢.٢ g	حوض المطبخ	<p>كفاءه المياه في داخل المبنى – Indoor Water Efficiency</p>
جدول (٨) مواصفات أجهزة السباكة و معدل تدفقها. (المصدر ٢٠١٠. Linda Reeder)																										
الاستراتيجية	معدل تدفق المياه	وصف																								
مراحيض ذات كفاءة عالية (١.٢٨ gpf) ، مراحيض ذات تدفق مزدوج ، المراحيض الأسمدة ، مياه رمادية معالجة	١.٦ g	مراحيض																								
مباول منخفضة التدفق (٠.٥ gpf) ، مباول بدون ماء ، معالجه المياه الرمادية للتدفق	١ g	مبولة																								
انخفاض تدفق الدش ١.٨ gpm أو أقل	٢.٥ g	دش استحمام																								
انخفاض تدفق الدش ١.٥ gpm أو أقل	٢.٢ g	صنابير خاصه																								
	٠.٥ g	صنابير تجاريه																								
انخفاض تدفق الدش ١.٥ gpm أو أقل	٢.٢ g	حوض المطبخ																								

<ul style="list-style-type: none"> <li>• يجب إثبات أن نظام التبريد القائم على الماء للمبنى.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم تسريب المياه لمعدات التبريد استخدم المياه الغير صالحة للشرب في عملية التبريد</li> <li>• الحفاظ على دورات تكثيف عالية و قياس و مراقبة استهلاك المياه.</li> </ul>	<b>استخدام المياه في أنظمة التبريد</b> <b>Cooling Tower Water use</b>
--	--	--

### ١١ - النتائج و التوصيات:

يقدم البحث مراجعة علمية لاستراتيجيات كفاءة المياه و الحفاظ عليها ودراسة لنقاط الضعف والقوة داخل نظام التصنيف الأخضر المحلي "الهرم الأخضر" GPRS بغرض التطوير ، واستنادا إلى التحليل التفصيلي للأمتلة المختلفة ومقارنتها، فقد وجد أن الهدف الأساسي للأنظمة العالمية لتقييم المباني المعمارية الخضراء هو تحقيق الحد الأدنى من الأضرار التي تلحق بالبيئة نتيجة صناعة البناء، وبالتالي فإن الاعتبارات الرئيسية لها هي الحفاظ على الطبيعة، وتقليل استخدام الطاقة والمياه. وعلى الرغم من أن هناك العديد من الفرص للحفاظ على المياه ، إلا أنه نادراً ما يتم النظر في قضايا المياه في مشاريع البناء. وبالتالي هناك فوائد لمثل هذه الأنظمة في المراحل المبكرة من التصميم والتجديد ، يحتاجها المهندسون المعماريون والمخططون.

وعلى الرغم من أن مصر لديها كمية كبيرة من المياه العذبة و المالحة الموجودة في البحار والبحيرات والمياه الجوفية ، إلا ان هذه المياه تحتاج إلى إدارتها و الحفاظ عليها . فيجب أن يكون تصميم التقييمات البيئية في مصر عالي الكفاءة في استخدام المياه، و تشمل المخرجات الرئيسية التي يمكن تحقيقها من خلال تطبيق إرشادات فعالة من حيث استهلاك المياه لتصميم المباني البيئية ما يلي:

- الحفاظ على مصادر المياه الطبيعية والنظم البيئية ،ومراعاة تصريف مياه الصرف الصحي بشكل غير ضار للبيئة
- الاستفادة من مواسم الأمطار و الرطوبة العالية وجمع مياه الامطار و اعاده تدويرها
- الاستفادة من المياه غير الصالحة للشرب بعمل محطات معالجه للمياه الرمادية
- استخدام النباتات المحلية والنباتات التي لديها قدرة عالية على تحمل الجفاف وانخفاض استهلاك المياه.
- النباتات الموفرة للمياه في مصر كثيره ومتوفرة متنوعه و تعطى شكل جمالي ايضا مثل (النخيل – شجر الجهنمية –الصباريات بأنواعها )
- التقليل من مساحات النجيل الاخضر بسبب احتياجاته اليومي لكميات مياه وفيرة.
- استخدام اساليب ري مختلفة مثل الري بالتنقيط و الرش لتقليل من اسراف المياه و الحفاظ عليها و الحد من الجريان السطحي.
- تقليل التسرب عن طريق خفض مسافة السفر لشبكات المياه .
- الحفاظ على المياه باستخدام تركيبات المياه الذكية وتقنياتها وتكون ذات كفاءه عالية لاستهلاك المياه
- تركيب حافظ مياه Water saver على كل الأجهزة الصحية العادية التي لا يمكن استبدالها في المباني القائمة او القديمة .
- تركيب أنظمة رقبه و قياس عالية الكفاءة لمراقبه تسرب المياه وسرعه الصيانة .

- الاهتمام بأنظمة التبريد المتطورة في المباني و الاعتماد على الدوائر المغلقة المحكمة.
- اهتمام صناعات الأجهزة الصحية المحلية بصنائه اجهزه سباكه موفره و عالية الكفاءة في كل من المراحيض و الصنابير و غيرها .
- توفير صيانه غير مكلفه لتركيبات الصحية الذكية الإلكترونية داخل مصر .

استناداً إلى النتائج المشار إليها، توصى الورقة البحثية بمراجعة صياغة نقاط كفاءة المياه داخل نظام الهرم الأخضر GPRS وتعديلها لنقاط أكثر وضوحاً ودقة وقابلية للقياس والتطبيق على جودة المبنى، ولكي تصبح أداة أكثر فاعلية للمصممين وأعلى فائدة للمستخدمين.

كما اتضح كيف أن العمارة و العمران لهم المسؤولية الأكبر لخلق بيئة مستدامة صحية، وتطبيق استخدام الأدوات البيئية المصممة حديثاً في كل البلاد امر ضروري لحماية ما تبقى من البيئة و الحفاظ على مواردها من الاستنزاف البشرى لها. وبالتالي يأتي حماية الموارد المائية و ضرورة الحفاظ عليها في مقدمه الموارد الطبيعة لأنها مورد نادر عالميا و اهم الموارد الطبيعية لتطوير جميع الأنشطة الاقتصادية، فتوافرها يضمن الحياه للمجتمع والبيئة، فهو امر ضروري لاستدامة أي بلد على المدى الطويل. و بعد دراسة أنظمة التصنيف البيئية الخضراء، نجد أن هناك نيه لجميع أنظمه التصنيف في تقليل استهلاك المياه الصالحة للشرب . علاوة على ذلك، حدد كل نظام استراتيجيات أو متطلبات لاستخدام كفاءه المياه طوال دوره حياه المبنى، بما يناسب طبيعة البلد القائم فيها النظام. وقد ثبتت من التحليل أن عدد النقاط الكبيرة لتحقيق كفاءته المياه لا يدل على قوه او ضعف نظام التقييم، ولكن الأهم هو تحديد استراتيجيات واضحة و فعالة يمكن تطبيقها و تنفيذها داخل المبنى للتسهيل على المصممين تحقيق الهدف المطلوب وهو الاستفاده من المياه بجميع أشكالها و حالتها . فوجدنا في الدراسة أن LEED يتعامل مع المياه بشكل متكامل و أعطى أساليب واضحة ومحددة يمكن القياس عليها، و أيضا في نظام (IGBC) الهندي نجد انه حدد معايير الائتمان الخاص بالماء بمسمى الحفاظ على المياه لأنه وضع النقاط بطريقه منفصلة و أكثر دقة في التوصيف، وبالتالي تحتاج مصر لتصميم معيار كامل و دقيق يناسبها ويناسب مبانيها القائم منها و الجديد، بحيث يراعى النظام اختلاف طبيعة البيئة و المتطلبات الهامه المحلية مثل تحديد انواع النباتات المحلية الممكن استخدامها داخل مصر، و تحديد اجهزه صحيه محليه معتمده بأنها موفرة للمياه ومتوفرة ايضا داخل مصر. ايضا أضافه نقاط اساسيه تخص الصيانة و كيفية التعامل مع انظمه السباكة المتطورة و كيفية تدريب العنصر البشرى على ذلك.

## ١٢ - المراجع (ترجمة الباحثين إلى العربية من..):

١. Roy. M. ٢٠٠٨. "Importance of green architecture today". Dept. Of architecture, Jadavpur university, Kolkata, India.
٢. Reeder. L. ٢٠١٠. "Guide to Green Building Rating Systems: Understanding LEED, Green Globes, Energy Star, the National Green Building Standard, and More". John Wiley & Sons Inc. simultaneously, Canada
٣. Sam. K, PH.D. ٢٠١٧. "Handbook of Green Building Design and Construction: LEED, BREEAM, and Green Globes". Elsevier Inc. Oxford OX٥ ١GB, United Kingdom.



٤. Srour. M, September ٢٣, ٢٠١٩." Water Scarcity and Poor Water Management Makes Life Difficult for Egyptians". IPS ,Inter Press Service New Agency. Available at: <http://www.ipsnews.net/٢٠١٨/٠٩/water-scarcity-poor-water-management-makes-life-difficult-egyptians/>. Accessed ٢٢ September ٢٠١٩.
٥. World Green Building Council .٢٠١٦-٢٠١٨. "Becoming a Green Building Council". World Green Building Council.London.UK Available at: <http://www.worldgbc.org/becoming-green-building-council>. Accessed ١ September ٢٠١٩.
٦. Luo. T, Young .R, and Reig .P. ٢٠١٥. "Aqueduct projected water stress rankings." Technical note. Washington, DC: World Resources Institute, August ٢٠١٥. Available at <https://www.wri.org/resources/data-sets/aqueduct-projected-water-stress-country-rankings> Accessed ٢١ August ٢٠١٩.
٧. CHRISTINE.A. SUBASIC. P.E, LEED AP. April ٢٠١٦. "LEED™ ESSENTIALS FOR MASON CONTRACTOR". Masonry Magazine . Mason Contractors Association of America .Available at <https://www.masonrymagazine.com/blog/٢٠١٦/٠٣/٢٨/leed-essentials-mason-contractors/> Accessed ٢١ August ٢٠١٩.
٨. Green Building Council of Australia, ٢٠١٥. "Potable Water Calculator Guide". Green Building Council of Australia. found at [www.gbca.org.au](http://www.gbca.org.au)
٩. Scorecard, Green Building Council of Australia, ٢٠١٥. "Green Star Design& As Built". Green Building Council of Australia.
١٠. Maddocks, A. Young, R. Reig, P. August ٢٦, ٢٠١٥. "Ranking the World's Most Water-Stressed Countries in ٢٠٤٠". World Resources Institute. Washington, USA. Available at: <http://www.wri.org/blog/٢٠١٥/٠٨/ranking-world%E2%80%A7s-most-water-stressed-countries-٢٠٤٠> .Accessed ١٠ August ٢٠١٩.
١١. Castro, F. ٤ June ٢٠١٩. "Smithsonian National Museum of African American History and Culture / Freelon Adjaye Bond/SmithGroup". Arch Daily. Available at <https://www.archdaily.com/٧٩٤٢٠٣/smithsonian-national-museum-of-african-american-history-and-culture-adjaye-associates> . Accessed ٢٠ September ٢٠١٩.
١٢. City of Melbourne, ٢٠١٩. "Council House ٢". Sustainable building, City of Melbourne. Available at <https://www.melbourne.vic.gov.au/building-and-development/sustainable-building/council-house-٢/Pages/council-house-٢.aspx>. Accessed ٢٢ September ٢٠١٩.

١٣. Schott, K. ٢٠٠٧. "Best Practice Guidelines for water conservation in commercial office building and shopping center". Sydney Water Corporation. Sydney south
١٤. GBCA. July ٢٠١٧. "Green star design & as built: scorecard-V١.٢". Green Building council of Australia .Available at <https://new.gbca.org.au/green-star/rating-system/design-and-built/> .Accessed ٢٢ August ٢٠١٩.
١٥. IGBC. September ٢٠١٦. "IGBC Green New Building Rating System version ٣". Indian Green Building Council.
١٦. Kavita ,D. ٢٠٠٩, " CASE STUDY –SUZLONONE EARTH , PUNE", Environmental Design Solutions Pvt Ltd.
١٧. UPC, April ٢٠١٠. "Pearl Building Rating System: Design & Construction, Version ١.٠". ABU DHABI Urban Planning Council.
١٨. Minner, K. Nov ٢٠١٠. "Zayed National Museum / Foster + Partners". Arch Daily .Available at: <https://www.archdaily.com/٩٢٣٧٢/zayed-national-museum-foster-partners> Accessed ٢٨ August ٢٠١٩.
١٩. Nick. A, Feb ٢٠١٤, "Award for sustainable Sheikh Zayed Museum design", Commercial interior design, ITP Digital Media Inc.
٢٠. The Egyptian Green Building Council. ٢٠١١. "The Green Pyramid Rating System (GPRS)". The Housing and Building National Research Center. Egypt.
٢١. Joseph .K, Jose .V, Kumar .D, Sunny .S. May ٢٠١٨. "A Review on various green building rating systems in India". International Journal of scientific & Engineering Research. Volume ٩ Issue ٥.
٢٢. PUB. November ٢٠٠٨. "Water efficient building design guide book version ٢". PUB. The national water agency. Singapore.
٢٣. Zhang. L, Nov ٢٠١٧. "PUB guide to help non-domestic buildings save water". The Straits Times SPH Digital News. Singapore Press Holdings Ltd. Co. Regn. No. ١٩٨٤٠٢٨٦٨E
٢٤. سلامة، رمزي. ٢٠٠١. " مشكلة المياه في العالم العربي ، احتمالات الصراع والتسوية". منشأء المعارف بالإسكندرية .