# التصميم المستدام من التنظير الى التطبيق

أ.م.د محمد علي علي مسعود نعيم
e-mail; naeem70@gmail.com
جامعة صنعاء - كلية الهندسة- قسم الهندسة المعمارية
اليمن - صنعاء

( تاريخ الاستلام : 2015/2/11 --- تاريخ القبول : 2015/4/14 )

**المستخلص**

يعد حقل العمارة من أبرز الحقول التخصصية التي يمكن أن ترى فيها الاستدامة على المستوى النظري والتطبيقي الاكثر التزاماً بالاستدامة ومفاهيمها ونظرا للتعقيد الذي يتصف به هذا الحقل جاءت ممارسة الاستدامة متنوعة، الا ان هذا الالتزام وهذا التنوع لم يؤطر بوضوح (وهنا تكمن المشكلة البحثية)، وعليه جاء هدف البحث لإيجاد إطار نظري واضح لتطبيقات الاستدامة في العمارة. وبضوء ذلك، ركز البحث على الكشف عن الكيفية التي يمكن أن يرى فيها التصميم المستدام في العمارة، وعن الإمكانية التي يمكن أن تحققها من جهة اخرى من خلال دراسة تحليلية مقارنة للتجارب العملية لتطبيقات التصميم المستدام قادرة على طرح الإطار النظري لممارسة الاستدامة في العمارة على النحو الاتي: (رؤى مستقبلية وخطط استراتيجية لمدن مستدامة، المحافل العالمية- معرض العالم، نظم ومعايير تقييم ديمومة المشاريع، برامج وادوات حاسوبية مساعدة للتصميم المستدام، مشاريع معمارية.)

وقد اتبعت منهجية وصفية تحليلية لتطبيقات الاستدامة في العمارة بشكل عام معززة بالتحليل المقارن للتجارب العملية العالمية مع العربية في هذا المجال، وذلك لتحقيق هدف البحث الرئيسي الذي يسعى الى تأطير التطبيقات العلمية للتصميم المستدام في العمارة، وهدفه الثانوي الذي يسعى الى ايجاد تصور واضح للتطبيقات العملية للتصميم المستدام في العمارة العربية.

**الكلمات المفتاحية: الاستدامة، التصميم المستدام، العمارة المستدامة، تطبيقات الاستدامة العملية**

# Sustainable design from theorizing to application

**Assistant Prof. Dr. Mohammed Ali Ali Masoud Naeem**

**Sana'a University_ Faculty of Engineering / Department of Architecture Engineering**
**Yemen / Sana'a**

**Received on 11 /2/ 2015 & Accepted on 14/4/201**

**Abstract:**

The architecture field is considered as one of the most prominent specialized fields which the sustainability can be seen in the theoretical and applied level that is committed to the sustainability and its concepts, taking in consternation the complicity that characterize this field came the variety in the act of sustainability. However, this commitment and variety have not been framed (here lies the research problem), the Aim of the research is find a clear framework for the application of sustainability in architecture.

To that the research was focused in searching for the way that make the sustainable design be seen in architecture, and the possibility that can be achieved on the other hand by an analytic study in comparison to practical experiments to the sustainable design applications which can be able to make the theoretical framework for the practice of sustainability in architecture as follows: (Future visions and strategies for sustainable cities, Global forums - World Expo, Standards and systems that assess the sustainability of the projects, Assistant computer programs and tools for the sustainable design, Architectural projects.)

The analytic and comparison method follow for the international and Arabic practical experiments, to achieve the research goal, which seeks to frame the scientific applications of the sustainable design in architecture.

**Keywords: Sustainability, Sustainable design, Sustainable architecture. Sustainability practical applications.**

## 1 -المقدمة

صار اساس التفكير في الاستدامة بعد تعريف بروندتلاند الذي نشر من قبل اللجنة غير الحكومية التي أنشأتها الأمم المتحدة في العام 1987م، والذي عرف التنمية المستدامة على أنها: "التنمية التي تلبي احتياجات الجيل الحاضر دون التضحية أو الإضرار بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها". [Oxford] يتمثل بثلاثة ركائز هي: الاستدامة البيئية، والاجتماعية، والاقتصادية. [الاتحاد الدولي،ص3]

ولتحقيق التنمية المستدامة في العمارة الا من خلال اعتماد مناهج مستدامة واضحة في التصميم، لتكون تلك المناهج بمثابة الخطوة الاولى للانتقال بالعمارة المستدامة من التنظير الى التنطيق. ولأجل جعل هذه المبادئ أقرب الى التطبيق والممارسة لابد من وضعها ضمن إطار مفاهيمي يشمل الاستراتيجيات والمنهجيات بعد ترجمة ركائز الاستدامة الى مبادئ في التصميم. [نعيم 2014 ،ص54] ومن التطبيقات التي استهدفت تحقيق التصميم المستدام كاستراتيجية لأجل تحقيق الاستدامة في العمارة بشكل واضح، هو ما قام به مجموعة من الباحثين في كلية العمارة والتصميم الحضري بجامعة متشجين بترجمة ركائز الاستدامة (الاقتصاد، والبيئة، والمجتمع)، الى مبادئ للاستدامة في التصميم، وهي كما يأتي: [8p,Jong and Brenda]

- الاقتصاد في الموارد: تعنى بتخفيض وإعادة الاستخدام، وإعادة تدوير الموارد الطبيعية المستخدمة في البناء.
- دورة حياة التصميم: توفر المنهجية المطلوبة لتحليل عملية البناء وتأثيرها على البيئة .
- إنسانية التصميم: تركز على التفاعلات بين الإنسان والعالم الطبيعي وتأثيراتها .

ولأجل جعل هذه المبادئ أقرب الى التطبيق والممارسة فقد وضعت ضمن إطار مفاهيمي يشمل الاستراتيجيات والمنهجيات، اذ توفر المبادئ الثلاثة للتصميم المستدام وعي واسع عن القضايا البيئية المرتبطة بالعمارة المحلية والعالمية، في حين تركز الاستراتيجيات مع كل مبدأ على عدد من المواضيع المحددة بهدف تعزيز فهم كيفية البناء وتفاعله مع البيئة الداخلية والمحلية والعالمية، اما المنهجيات فهي تركز على آليات التنفيذ الرئيسية للتصميم المستدام في العمارة.

تظهر دورة حياة المبنى المستدام كما في الشكل (1) ان التحقق من استدامة المباني يتطلب الوقت والجهد، لذا كان لابد من رسم الخطط والاستراتيجيات المستقبلية، بل والاستعانة ببرامج الحاسوب للتقليل من الوقت والجهد البشري. وقد تضافرت الجهود من قبل المهتمين بالاستدامة ومناصريها من حكومات، وعواصم، ومنظمات على حدٍ سواء للوصول الى رؤية واضحة لعمليات واجراءات تقييم العمارة المستدامة، على مستوى التصميم، والتشييد، والتشغيل. وترجمت بعض من تلك الجهود الى ادبيات وخطط علمية، وتجارب تطبيقية، وكذا ادوات حاسوبية مساعدة، يسعى الباحث الى تطيرها في إطار نظري يصف ممارسة الاستدامة في العمارة على النحو الاتي:

- رؤى مستقبلية وخطط استراتيجية لمدن مستدامة.
- المحافل العالمية- معرض العالم.
- نظم ومعايير تقييم ديمومة المشاريع.
- برامج وادوات حاسوبية مساعدة للتصميم المستدام.
- مشاريع معمارية.

## 2 -رؤى مستقبلية وخطط استراتيجية لمدن مستدامة

كانت ومازالت التنمية الحضرية المستدامة مصدر قلق مشترك في جميع أنحاء العالم سواء في البلدان المتقدمة والبلدان النامية وذلك للأثار الضارة والسلبية التي تنتجها المدن على البيئة، لذا اتجهت المدن نحو بناء خطط استراتيجية مستدامة للتقليل من تلك الاضرار، من ابرز الرؤى المستقبلية والخطط الاستراتيجية للمدن المستدامة على المستوى العربي هي خطة اطار عمل الهيكل العمراني التي قدمتها امارة ابوظبي للعام 2030م (مدينة مصدر) والجدير ذكره ان تصميم المدينة على المستويين الحضري والمعماري قد تم استيحاءه من تصميم مدن تاريخية مثل مدينة شبام حضرموت المسورة. وقد سبق ان دخل في هذا المضمار العشرات من المدن على مستوى العالم، البعض منها مازالت رؤى مستقبلية، والاكثر ترجم على الواقع بدرجات متفاوتة من الاستدامة. لقد بدأت اليابان عملية استدامة المدن منذ 1990 ولذلك فهي تعد نموذج يقتدى به لعملية الاستدامة في الدول النامية وفي العام 2009، شرع البنك الدولي بمبادرة التنمية الحضرية المسماة بالمدن الإيكولوجية والمدن الاقتصادية (وتسمى أيضا مبادرة المدن Eco2) لمساعدة مدن البلدان النامية على تحقيق قدر أكبر من

التآزر في الاستدامة البيئية والاقتصادية. والاهم من استعراض او حصر المدن المستدامة هو استعراض الوسائل المختلفة التي يمكن من خلالها تحقيق المدن المستدامة، والتي من اهمها الاتي: [Wikipedia_ S.C.]

- اعتماد الانظمة الزراعية المختلفة، كالأراضي الزراعية داخل المدينة (الضواحي، او المراكز).
- اعتماد مصادر الطاقة المتجددة، (الرياح، او الطاقة الشمسية، او الغاز الحيوي).
- اعتماد الاساليب المختلفة للحد من استخدام تكييف الهواء.
- تحسين وسائل النقل العام، وزيادة ممرات المشاة للتقليل من الانبعاثات الناجمة من السيارات.
- تحقيق الكثافة البنائية المثلى، للتقليل من الاحترار.
- ايجاد حلول للتقليل من الزحف العمراني.
- اعتماد نظام الاسطح الخضراء في المباني.
- تحقيق مبدأ الصفر انبعاث في وسائل النقل.
- تحقيق واعتماد مباني الطاقة الصفرية.
- استخدام نظام الصرف الصحي المستدام.
- اعتماد نظام حفظ الطاقة/ الاجهزة.
- اعتماد نظام Xeriscape لحفظ المياه في الحدائق والمناظر الطبيعية.
- تحقيق مؤشرات الاداء الرئيسية.

يظهر (شكل-2) أهمها، وبمقارنة تلك الوسائل او الشروط مع مبادرة ابوظبي للعام 2030م، يتبين تقارب في المفاهيم، وان كان في الاخيرة طموحات غير قابلة للقياس، اذ تسعى المبادرة الى تحقيق الاتي: [Estidama]

- استيعاب النمو السكاني دون المغالاة في اقامة مشاريع التطوير العقاري.
- خلق التوازن بين متطلبات الحفاظ على البيئة ومتطلبات التنمية.
- مراعاة عنصر الانسان في تصاميم مشاريع التطوير الجديدة، بالجمع بين اساليب الحياة التقليدية والحياة الحديثة في بيئة حضارية دائمة التطور.
- صياغة هوية عمرانية تجمع بين مميزات المدينة العربية الاصلية والامان وكذا الانفتاح.
- تنوع وتعدد شبكة النقل والمواصلات، للتقليل من استخدام السيارات.
- وبمقارنة تلك الوسائل بالمدن التاريخية نجدها ايضا موجودة بصورة او اخرى، ومن أبرز تلك المدن مدينة صنعاء التاريخية التي امتازت عن غيرها من المدن القديمة وكذا المعاصرة بدورة حياة بيئية متفردة يمكن ايجازها فيما يأتي:
- نظام الاراضي الزراعية داخل المدينة، امتاز التخطيط الحضري للمدينة بوجود المسطحات الخضراء في هيكل تشكيل المدينة كمكون رئيسي اذ تشكل هذه المسطحات نسبة 12.2% من اجمالي مساحة المدينة المسورة (شكل-3)، هذه المساحات التي عرفت باسم المقاشم[i] والبساتين لعبت دور كبير في تمثيل دورة حياة المدينة البيئية الى جانب دورها الاقتصادي والوظيفي في تأمين الاحتياجات الاساسية لسكان المدينة من الاستهلاك اليومي للخضروات، فهي بهذا رئة المدينة التي تتنفس بها.
- **نظام صحي مستدام**، اذ كان على سبيل المثال للمباني نوعين من دورات المياه، الاول للتطهر ويسمى "مطهار" في المسكن و"مطاهير" في المساجد، والاخر لقضاء الحاجة ويطلق عليه اسم مستراح في المسكن و"مماشي" في المساجد، مكن هذا التنوع من عزل المخلفات الصلبة عن السائلة، ليتسنى استخدام المخلفات الصلبة بعد جمعها من الاماكن المخصصة لها في البيوت والمساجد كوقود مساعد لتسخين مياه وارضيات الحمامات العامة الساخنة، يضم هذا الوقود في مكوناته المخلفات العضوية المجمعة من اسواق المدينة. ولا يقف استخدام تلك المخلفات عند هذا الحد

[i] المقاشم: أرض زراعية، تؤدي المقاشم والبساتين نفس الوظيفة تقريباً مع اختلاف من حيث الملكية ونوع المزروعات، فالمقاشم من أموال الأوقاف، واغلب ما يزرع فيها الخضروات، أما البساتين فمال حر، وتكثر في مزروعات الفواكه.

اذ ان الرماد الناتج عن احتراق هذا الوقود الحيوي يستخدم كمادة مضافة لمادة القضاض[i] مما يزيد قدرة تحملها لعوامل التغيرات المناخية الخارجية وكذلك الاحتكاك عبر الزمن، يطلق على هذه المادة محليا اسم "القطرة".

- لم تكن الانبعاثات الناجمة عن **وسائل النقل** تشكل مشكلة آن ذاك كون الدواب هي وسيلة النقل المتاحة، الا ان مخلفاتها الصلبة كانت تشكل مصدر تلوث بيئي، وقد تم الحد من تأثير هذه الظاهرة من خلال إلزام ملاك تلك الدواب بتلبيس الدواب التي تمر عبر شوارع المدينة بأكياس خاصة، ونظرا لاستخدام تلك المخلفات كوقود حيوي بعد تجفيها على شكل اقراص دائرية بقطر 30سم تقريبا، فقد كانت تجمع هذه المخلفات من الشارع لبيعها... الى درجة انه كان يقال ان البعرة لا تسقط للأرض لان هناك يد بانتظار التقاطها.

**3 -المحافل العالمية- معرض العالم**

تعد المؤتمرات والندوات والورش المعمارية التي تعنى بالاستدامة بمثابة الاطر النظرية لكثير من التجارب العلمية والطروحات الفكرية للمؤسسات او الافراد المهتمين بالاستدامة في العمارة، في حين تعد سلسلة معارض معرض العالم world expo المحفل الاكثر تمثيلا لتطبيقات مبادئ واستراتيجيات ومناهج الاستدامة وتحديدا منذ العام 2000م. لقد بدأت فكرة معرض العالم كمكان يكشف فيه عن الصناعات والمنجزات والثقافات المتنوعة للجمهور من خلال معروضات تكون في الغالب تحت عنوان العلم والتكنولوجيا، كانعكاس للتوجهات الفكرية السائدة آنذاك، وهذا ما تؤكده الشعارات التي اتخذتها سلسلة المعرض حيث اتخذ معرض العالم الأول بلندن عام1851م المعروف باسم القصر البلوري، شعار "المعرض الكبير لأعمال صناعة كل الشعوب".

وبضوء التغيرات الفكرية في مطلع القرن الواحد والعشرين جاءت فكرة معرض هانوفر مغايرة لفكرة مجموعات معرض العالم السابقة، وذلك بالتركيز على الجهود البشرية لحل المشاكل العالمية المستقبلية، سعياً نحو الإجابة عن الأسئلة المستقبلية التي إثارتها أجندة برنامج العمل للقرن الواحد والعشرين التي اتفق عليها في قمة الأرض عام 1992م، والتي ركزت على فكرة التنمية المستديمة، وعنيت بالتوفيق بين الأداء الاقتصادي والمسئولية الاجتماعية وسلوكيات المحافظة على الموارد. تبع معرض هانوفر عدد من المعارض التي اتخذت الاستدامة هدفا لها وترجمت شعاراتها ذلك. جدول(1) يوضح البلد المضيف لهذا المحفل بعد هانوفر2000 وشعاراتها.

المميز في هذه المعارض إن عمارة الأجنحة المشاركة في هذه المعارض هي المعروض الأول المستهدف، ففي مدة لا تتجاوز الشهرين يمكن مشاهدة وتقييم دورة حياة العمارة المستدامة، والتي تتطلب في الواقع أكثر من عقدين من الزمن.

**3 -1 معرض هانوفر (1يونيو – 3 أكتوبر2000م)**

لقد وضع معرض هانوفر المخاطر التي فرضتها التطورات التقنية المعاصرة على طاولة البحث، في مساحة تقدر بمائه وستين هكتاراً، وبمشاركة أكثر من مائه وتسعين دولة ومنظمة، ليشد انتباه المعماريين وصناع القرار ومنتجي المواد إلى مخاطر حقيقية يعاني وسيعاني منها الإنسان، إذا لم تتحول سلوكياته السلبية تجاه البيئة والطبيعة إلى سلوكيات ايجابية شفافة. وبضوء ذلك يمكن النظر إلى هذا المعرض على انه مراجعة لميراث الثورة الصناعية منذ منتصف القرن الثامن عشر وآثارها المتزايدة والمدمرة على كوكب الأرض. [النعيم، 23]

اتخذ معرض هانوفر للتعبير عن تلك الأفكار ومحدداتها شعاراً رمزياً مكوناً من ثلاث كلمات رئيسة هي: (البشرية Humankind _ الطبيعة Nature _ التكنولوجيا Technology) ، أضيف إليها بزوغ عالم جديد A New World Arising، للتأكيد على الهدف الفعلي للمعرض. هذا الشعار ليس الا ترجمة حرفية لركائز الاستدامة: (المجتمع، البيئة، الاقتصاد)، وعليه فقد تم اختيار هذا المعرض تحديدا لتطابق شعاره مع ركائز الاستدامة، وبضوء شعار المعرض وما يرمز إليه، تحددت مشاركة الدول والمنظمات في المعرض وفق ثلاثة خيارات هي: (استئجار مبنى جاهز، بناء مقصورة مؤقتة، بناء هيكل دائم باستعمال مستقبلي مقترح). [Verlag_ E.A.D, 8-13]

لقد ارتكز تصميم وتخطيط المعرض على فكرة الاستدامة وتدوير المواد الإنشائية، إلا إنها لم تكن الخيار الوحيد فقد تجاوزت المواضيع المتعددة التي تطرق لها المعرض إلى ربط مفهوم الاستدامة بآلية التحضر –عمارة الأرض– بشكل عام

[i] القضاض: (القضاض) وهي مادة كان البناؤون المحليون يستخدمونها لطلاء المباني. والقضاض عبارة عن مادة جصية تمنع تسرب الماء كانت تُستخدم في اليمن على الاجزاء الخارجية للمعالم الاثرية والمنازل منذ القرن الثامن قبل الميلاد-عندما كانت تستخدم على صمامات المياه لسد مارب السبئي القديم-حتى بداية صناعة الاسمنت في اليمن في السبعينات.

من خلال إعادة بناء الصورة بوضوح للأنظمة الحياتية التي ترسم صورة الإنسان المعاصر، مما يتيح له إن يمارس نشاطاته الحياتية على الأرض ويستمر في أدائها، بضوء تفاعل ثلاثة أنظمة رئيسة هي النظام الحيوي، والنظام التقني، والنظام الاجتماعي والاقتصادي، تهدف إلى توليد المكان بدلاً من استهلاكه. [Verlag_ E.A.D, 30-31]

لم يكتفِ معرض هانوفر بقضايا البيئة وتحقيق التوازن فيها بل تجاوز ذلك إلى تجسيد قضايا ثقافية توازي في أهميتها تلك الخاصة بالبيئة، وكمحاولة لإبراز قضية الصراع بين الثقافة المهيمنة المنتجة والثقافة المستهلكة، وذلك بدعم عدد من الدول النامية للمشاركة في المعرض، لتشكل هذه المشاركة فرصة حقيقية لإعادة الاعتبار للثقافات المحلية، ليس بعرض ثقافاتها فحسب، وإنما لعرض حلول محلية لمشاكل عالمية، فليس بالضرورة أن تكون كل الحلول جديدة أو ذات بعد عالمي، ولا يعني ذلك أن تكون مجرد إحياء للتقاليد المحلية. [نعيم 2005، 174] لقد تم تنظيم كافة القضايا المطروحة في هذا المعرض على شكل مبادئ سلمت للدول والمنظمات المشاركة يمكن تلخيص اهمها في الاتي: [William, 6]

- الاصرار على حق الانسان والطبيعة في الوجود المشترك في حالة صحية ومتنوعة ومستدامة.
- الاعتراف المتبادل بين التصميم والبيئة.
- احترام السمات الاجتماعية والروحية للمباني والتصميم.
- تقبل المسئولية عن عواقب التصميم.
- القضاء على مفهوم النفايات، والاهتمام بإدخال دورة الحياة في التصميم .
- استخدام الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية ومثيلاتها.
- اعتماد التصميم الانساني واستخدام الطبيعة كنموذج للتصميم.
- البحث باستمرار على التحسينات من خلال تبادل المعارف.

اعتمدت هذه المبادئ من قبل المؤتمر العالمي للاتحاد الدولي للمهندسين المعماريين (UIA) في يونيو 1993 في المعهد الأمريكي للمهندسين المعماريين "(AIA) –معرض اكسبو 93 في شيكاغو. علاوة على ذلك، وقع AIA و UIA على "إعلان الترابط من أجل مستقبل مستدام". موجز هذا الإعلان ينص على أن مجتمع اليوم السبب في تدهور البيئة، وأن اعضاء AIA، و UIA، يلتزمون بالآتي: [Wikipedia_ S.D]

- وضع الاستدامة البيئية والاجتماعية في صميم الممارسات والمسؤوليات المهنية
- تطوير وتحسين باستمرار الممارسات والإجراءات والمنتجات، والخدمات، ومعايير التصميم المستدام
- تعليم صناع البناء، والعملاء، والجمهور العام أهمية التصميم المستدام
- العمل على تغيير السياسات واللوائح والمعايير في الحكومة والقطاع الخاص بحيث تدعم التصميم المستدام كي يصير الممارسة القياسية، وبذلك تجعل البيئة العمرانية القائمة تصل الى معايير التصميم المستدامة.

من أبرز الاجنحة التي حققت تلك المبادئ والاشتراطات هو الجناح الياباني(شكل–4)، لقد عبر شيجرو بان مصمم الجناح عن فكرة المعرض في قصة مكونة من ثلاثة أحداث على شكل قصة هي: البناء ثم الهدم ومن ثم إعادة الاستعمال (التدوير)، وجسدها في مقصورة مؤقتة هيكلها الإنشائي أنابيب من الورق المقوى المعاد، وغلافه من الورق نصف الشفاف المقاوم للماء والحريق وقاعدتها من الفولاذ ومنصات مملوءة بالتراب، وأحيط جزء من المقصورة بجدار من الخشب. استندت فكرة الجناح بشكل مباشر على مبدأ العمارة المستديمة، والتي رأى من خلالها المصمم إن فكرة المشروع ليس عند إكمال البناء وإنما عند تهديمه. إلى جانب مشكلة البيئة التي طرحها الجناح أراد المصمم أن يطرح إبداعاً يابانياً تقليدياً، فاليابانيون تربطهم علاقة وثيقة مع الورق والمواد الطبيعية الأخرى، فلم تكن الفكرة تسعى إلى تقديم تقنية مستقبلية للعالم فحسب بل هي فكرة تنبعث من عمق التراث الياباني. [Verlag_ A. ,82]

اما مشاركة الدول النامية والعربية فقد اقتصرت بشكل عام على نقل حرفي للموروث المعماري في بناء اجنحتهم وللموروث الثقافي في برمجهم خلال مدة المعرض، دون ان يكون لهم مساهمة فاعلة في موضوع المعرض والتنمية المستدامة بشكل عام والعمارة بشكل خاص.

فالجناح اليمني على سبيل المثال (شكل–5)، تكون من تجميع لأهم العناصر والمكونات التقليدية التي تمثل مدينة صنعاء التاريخية (وبالأخص مكونات السوق)، في جزأين الأول تشكل من تجميع صور طبق الأصل لإحدى بوابات المدينة (باب شعوب)، مع جزء من سورها وجزء من سوقها، أما الجزء الثاني فقد تشكل من مبنى ذي فناء يعكس صورة

مثالية لنظام السماسر[i] في المدينة، بعناصرها الزخرفية الداخلية والخارجية. كما استعمل في بناء الجناح مواد تقليدية (الحجر البازلتي (الحبش)، والطين النبي (الزابور)، والطين المحروق (الياجور)، والجبس (القص)) والتي جلبت من اليمن خصيصاً لبناء الجناح الذي بني بعمالة محلية ماهرة. [نعيم 2005 ،142]

**4 نظم ومعايير تقييم ديمومة المشاريع**

تلبية للحاجة الى تصنيف المباني المستدامة ظهرت نظم اصدار الشهادات للمباني المستدامة، والتي يصل عددها الى أكثر من ثمانية نظم على مستوى العالم. يعد نظام ليد LEED (القيادة في الطاقة والتصميم المستدام) اكثرها شيوعا، حيث منح هذا النظام أكثر من 75,620 شهادة لمباني مستدامة عالميا، كما ان هذا النظام معتمد من قبل المجلس الامريكي للمباني الخضراء. في حين يعد نظام بريم BREEM الاكثر انتشارا على المستوى الاوروبي، ويعمل به ايضا في جنوب امريكا، وفي افريقيا واستراليا. اما النظم الاخرى فما زالت حتى 2009م تعمل ضمن النطاق المحلي مثل HQE الفرنسي، DGNB الالماني، وغيرها. [LEED]

والجدير ذكره ان برنامج استدامة لمبادرة مجلس أبوظبي للتخطيط العمراني يدعم رؤية 2030 لضمان تجسيد الممارسات المستدامة في الثقافة، وتحتوي استدامة على أربع ركائز للاستدامة وهي البيئية والاقتصادية والاجتماعية والثقافية، وذلك للحفاظ على الهوية العمرانية والثقافية لإمارة أبوظبي وإثرائها إضافة إلى توفير مستوى عالٍ من جودة الحياة لجميع سكانها، ومن بين الأدوات الرئيسية الموضوعة للمساعدة في دفع تفعيل مبادرة استدامة هو نظام تصنيف اللآلئ. وتعد استدامة أول برنامج من نوعه في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا ويختلف عن بقية البرامج الدولية من حيث أنه يأخذ ثقافة البلد بعين الاعتبار. [الكعبي] ومؤخرا أطلقت دولة قطر ممثلتا بمنظمة الخليج للبحوث والتنمية (GORD) بالتعاون مع مركز T.C. Chan في جامعة بنسلفانيا نظام التقييم GSAS المعروف سابقا باسم (QSAS)، وكما في نظام تصنيف اللآلئ فان GSAS يأخذ بالاعتبار ثقافة البلد الا انه يتميز عنه باستهدافه لمنطقة الخليج ليحل محل نظم المعايير العالمية. [Zafar] كما توجد أنظمة تقييم عربية محلية اقل شهرة مثل نظام الأرز اللبناني والهرم المصري.

في الغالب يعتمد كل نظام على ادوات قياس مختلفة، كما ان لكل نظام أكثر من تصنيف يحدد بحسب وظيفة المبنى او طبيعته، فالمعايير المعتمدة في تقييم المباني الجديدة تختلف عن تلك المخصصة لتقييم المباني القائمة، وهي كذلك تختلف عن معايير تقييم التخطيط والتصميم الحضري. ومن اجل التعرف على ادوات تلك النظم ستركز الفقرة اللاحقة على شرح موجز لنظام ليد للإنشاء الجديد، ونظام تصنيف اللآلئ.

**4 1 نظام ليد للإنشاء الجديد(LEED-NC). [The Engineering Guide to LEED]**

بشكل عام يصنف هذا النظام معاييره الخاصة بالحكم على مدى التزام المبنى بمبادئ التصميم المستدام وفق خمسة مواضيع رئيسية تمنح هذه المواضيع 64 نقطة من اجمالي 69 نقطة متاحة، كما يأتي:

- الموقع المستدام (14 نقطة)
- كفاءة استخدام المياه (5 نقاط)
- الطاقة والجو (17 نقطة)
- المواد ومصادرها (13 نقطة)
- جودة البيئة الداخلية (15 نقطة)

في حين تمنح 4 نقاط من الخمس النقاط المتبقية للمشاريع القادرة على الابداع خارج حدود المواضيع الخمسة اعلاه والمعتمدة من قبل النظام، اما النقطة الاخيرة فتمنح لفريق التصميم المتقدم للحصول على شهادة ليد بعد تجاوزه الاختبار الذي يثبت براعته في تطبيق كل اوجه نظام التقييم. بضوء اجمالي النقاط التي يحققها المشروع المتقدم للتقييم يحدد مستوى التقييم الذي يستحقه، حيث توجد في النظام أربع مستويات هي:

- شهادة ليد (26 – 32 نقطة)
- المستوى الفضي (33 – 38 نقطة)
- المستوى الذهبي (39 – 51 نقطة)

[i] السماسر ومفردها سمسرة، تشبه إلى حد كبير الخان في العمارة العربية إلا إن لها خصوصية في العمارة الصنعانية من حيث التنوع الغني في الاستخدام، فهي مكان لمبيت التجار ودوابهم كما إنها مكان لخزن البضائع، أو لتسويقها بالجملة....

- المستوى البلاتيني (52 نقطة وما فوق)

والجدير ذكره ان المباني التي تحقق المستوى الذهبي تخفض تأثيرها على البيئة بنسبة 50% على الاقل مقارنة بمبنى تقليدي مماثل اما تلك التي تحقق المستوى البلاتيني فتصل نسبة تخفيضها الى 70.%

**4 2 نظام استدامة للتقييم بدرجات اللؤلؤ للفلل (PVRS). [Estidama]**

نظام التقييم بدرجات اللؤلؤ (PRS)، هو أحد الأدوات الأساسية في برنامج استدامة لإمارة أبوظبي، فنظام التقييم هو إطار عمل لتصميم وبناء واستخدام مستدام للمجمعات العمرانية والمباني والفلل على حد سواء. ولقد تم إعداد نظام التقييم بدرجات اللؤلؤ ليتناسب بشكل خاص مع الجو الحار والمناخ الصحراوي لإمارة أبوظبي.

صمم نظام التقييم هذا ليدعم المشاريع المستدامة ابتداءً بمرحلة التصميم ثم مرحلة البناء وأخيراً مسؤولية الاستخدام، بالإضافة إلى أنه يضع التوجيهات والمتطلبات اللازمة لتقييم أداء المشروع المحتمل فيما يتعلق بمحاور استدامة الأربعة، البيئية والاقتصادية والاجتماعية والثقافية. تتألف أنظمة التقييم بدرجات اللؤلؤ من سبع مجموعات أساسية لعملية التطوير المستدام، تمنح هذه المجموعات 90 نقطة +3 نقاط اضافية للممارسات المبتكرة كما يأتي:

- عملية التطوير المتكامل (10 نقاط): لتشجيع العمل الجماعي بين فريق العمل من مختلف التخصصات لتقديم حلول مستدامة لبيئة البناء.
- الأنظمة الطبيعية (5 نقاط): حماية والحفاظ على وإعادة البيئات والمواطن الطبيعية الهامة إلى حالتها الأصلية.
- فلل صالحة للعيش (15 نقطة): ضمان جودة المساحات الداخلية والخارجية.
- المياه (21 نقطة): خفض معدلات الطلب على المياه والحث على البحث عن مصادر بديلة لتوفير المياه.
- مصادر الطاقة المتعددة (21 نقطة): استهداف الحفاظ على الطاقة من خلال معايير التصميم المؤثرة المراعية للبيئة وكفاءة استهلاك الطاقة والمصادر المتجددة.
- مواد البناء (18 نقطة): التأكد من مراعاة دورة الحياة الكاملة عند اختيار المواد والتخلص منها.
- الممارسات المبتكرة (3 نقاط): تشجيع الابتكار والتعبير عن الهوية الثقافية في تصميم وإنشاء الفلل.

وللمساعدة في تطبيق نظام التقييم بدرجات اللؤلؤ، تم إعداد عدد من الأدلة الإرشادية بالإضافة إلى الموارد والأدوات الخاصة بإجراءات التقديم والحسابات واختيار المواد. اجمالي النقاط التي يحققها المشروع المتقدم للتقييم يحدد مستوى التقييم الذي يستحقه، حيث توجد في النظام خمس مستويات هي:

- 1 لؤلؤة: (جميع النقاط الالزامية 20 نقطة)
- 2 لؤلؤة: (جميع النقاط الالزامية + 30 نقطة)
- 3 لؤلؤة: (جميع النقاط الالزامية + 44 نقطة)
- 4 لؤلؤة: (جميع النقاط الالزامية + 57 نقطة)
- 5 لؤلؤة: (جميع النقاط الالزامية + 70 نقطة)

توضح المقارنة بين قيم المعايير في نظام PVRS و LEED-NC (شكل-6)، تقارب في الاهمية التي اعطاها كلا المعياريين لمصادر الطاقة ومواد البناء، في حين جاء الاهتمام بالمياه اكثر في نظام PVRS.

**5 برامج وادوات حاسوبية مساعدة للتصميم المستدام**

نظراً للتغيرات الكثيرة في معلومات المناخ على مستوى اليوم والساعة، يجعل من استخدام المحاكاة بالحاسوب في التصميم هي الطريق العلمي الوحيد للتنبؤ بالطاقة الديناميكية وتكلفتها لأداء عدد كبير من الحلول التصميمية. لذا فان ادخال المحاكاة في وقت مبكر من العملية التصميمية يحقق الحد الاقصى من الفاعلية للمبنى.

وتساعد المحاكاة في مرحلة ما قبل التصميم على تعيين استراتيجية كفاءة الطاقة المناسبة للظروف المحتملة. ويتم التأكد من الطاقة المستهدفة في مرحلة التصميم التخطيطية بعد اضافة انماط الفتحات والهيكل الانشائي الى النموذج. اما في مرحلة تطوير التصميم فيتم فيها اختبار الاداء الكلي للمبنى مع النظام الكهروميكانيكي (HVAC) تستخدم المحاكاة ايضا عند اجراء التعديلات على التصميم المعتمد اثناء مرحلة البناء، وذلك لقياس أثر التغيرات على اداء المبنى. كما تستخدم من قبل لجان استلام وادارة المبنى كجزء من مخططات AS-built وكذلك تستخدم ما بعد التشغيل للتأكد من التأثير الدراماتيكي للأداء الفعلي للمبنى. [Group]

والجدير ذكره ان هذه البرامج والادوات قد استخدمت منذ 30 سنة مضت، ومع ذلك مازال البحث والتطوير مستمراً لها. ففي الآونة الاخيرة اهتمت البرامج الهندسية بدمج التقديرات البيئية لتقديم المساعدة في اختيار مواد البناء، بتقديم البدائل وكذا تقييم اداءها مستندة بذلك على معلومات دورة الحياة.

في العام 2002 أدخلت شركة أوتوديسك، توجه جديد أطلق عليه اسم (Building Information Modelling) BIM يوفر هذا النظام باستمرار وبشكل فوري نطاق مجال التصميم وجداول عمل زمنية وكذا المعلومات ذات الصلة بالتكاليف، كما يتم استخدام تقنيات عديدة لدعم هذا التوجه منها، ريفيت المعماري (Revit Architecture) مما يجعلها تقدم مساعدات فاعلة في التصميم المستدام إذا تختلف عن برامج كاد التقليدية كونها تقلل من التدخل البشري في التفسير والتحليل مما يقلل الجهد والوقت وكذا الكلفة.

علاوةً على تقديم الخيارات المتعلقة بمبادئ التصميم المستدام تساعد هذه الخيارات على اتخاذ القرارات الصائبة إذا يوفر برنامج ريفيت المعماري دراسات تحليلية للنقاط الآتية: [Autodesk]

- التصميم الأمثل
- التحليل البصري
- ضوء النهار
- تحليل الطاقة
- حساب الكميات ووثائق ليبد
- إدارة المواصفات

يوضح (شكل–7) نماذج من مخرجات البرامج الحاسوبية المساعدة.

**6 –مشاريع معمارية**

تمثل الاعمال المعمارية التطبيق الفعلي لمبدأ الاستدامة، بل هي أكثر من ذلك فهناك اعمال سبقت التنظير والتأطير للاستدامة ومبادئها بكثير، مثلها مثل الشعر الجاهلي الذي أنتج بحور الشعر واوزانه. كما ان الاعمال المعمارية اللاحقة للانتشار الواسع لمفهوم الاستدامة لم تكن مجرد تطبيق حرفي لمبادئ الاستدامة بل محرك ومؤطر لكثير من المفاهيم الضبابية التي شابت المفهوم خلال السنوات الاولى من ظهوره. ان الاستدامة في العمارة حاجة أكثر من انها مطلب، لذا كان جل اهتمام المعماريين منصباً نحو تحقيق عمارة تتعايش مع البيئة والمجتمع بانسجام دون اهمال الجانب الاقتصادي.

ومن المشاريع التي تعاملت مع مبادئ الاستدامة بشكل شمولي، مشروع مركز تايوان لمكافحة الامراض، الحاصل على شهادة EEWH9-index وكذا الشهادة البلاتينية منLEED، اذ قدم هذا المبنى نهج شامل من الكفاءة التشغيلية والحفاظ على الموارد الطبيعية وجميع أنظمة المبني الرئيسي، غرضها الحفاظ على الموارد الطبيعية والحد من أي أثار سلبية محتملة على البيئة. فالمبني جزء لا يتجزأ من ذات الارض والفضاءات المفتوحة والمساحات الواسعة التي جعلت المبني وكأنه منتزه مغلق ومنطقه استجمام، يشجع التواصل والتفاعل بين الباحثين والجمهور. كما أن تصميم هذا الصرح قد حقق نجاحا كبيرا في تطبيق الأسس التصميمية للعمارة المستدامة بشكل واضح كما هو مبين في (الشكل–8). [Hoy]

**6 1 -قائمة AIA لأفضل عشرة مشاريع مستدامة للعام 2010م. [LEED] [AIA]**

تقوم لجنة البيئة التابعة لـ AIA المعهد الامريكي للعمارة سنويا باختيار أفضل المشاريع الجديدة التي تحقق الاستدامة ومبادئ التصميم الاخضر، ويتم اختيار المشاريع الفائزة من خلال قدرتها على تخفيض الاثر البيئي، بالإضافة الى مساهمتها الايجابية نحو مجتمعاتها. ففي العام 2010م تم اختيار عشرة مشاريع اختلفت مساهماتها نحو تحقيق الاستدامة بحسب الظرف التصميم وسياق المشروع، الا انها جميعا تلبي اهداف تحدي 2030م من أجل الحد من انبعاث الكربون، كما تعاملت مع معايير تقييم ليبد بحرفية عالية يؤهلها الى الوصول على مستويات متقدمة في التقييم اذ تسعى اغلبها الحصول على الشهادة البلاتينية من ليبد او الذهبية على اقل تقدير.

فبإعادة استخدام مبنى صناعي تاريخي مهجور منذ ما يقارب القرن والحفاظ على أكثر من 75٪ من نسيج المبنى الأصلي، درج مشروع (355 11th Street) (شكل–9،10) ضمن قائمة AIA لأفضل عشرة مشاريع مستدامة للعام 2010م، اذ تمكن فريق التصميم من تحسين البيئة الداخلية للوظيفة الجديدة كمكاتب متعددة الاستخدام مع المحافظة على المظهر الخارجي للمبنى كونه يقع ضمن منطقة مسجلة في السجل الوطني للاماكن التاريخية، وذلك من خلال ادخال

ثقوب صغيرة على كسوة الزنك المهيمنة على مظهر المبنى من اجل السماح لضوء النهار والتهوية بالدخول الى مسافات أبعد. علاوة على استخدام السقف الاخضر، وحصد الطاقة الشمسية، وادارة المياه.

وبالمثل تمكن فريق تصميم مركز هومر للعلوم (شكل-11) من دخول قائمة أفضل عشرة مشاريع، وذلك باحترام الطابع الفريد والتاريخي لموقع المشروع الكائن في حرم مدراس هومر المؤسسة بالعام 1898م، من قبل راهبات القلب المقدس، وذلك باعتماد مواد البناء السائدة في الحرم، فضلا عن تكريم الارض من خلال الحفاظ على المناظر الطبيعية واستدعاء الصور الذهنية السابقة للفضاءات الحضرية، وكذا تعزيز التنوع البيولوجي. ساعد في ذلك مشاركة الطلاب واعضاء هيئة التدريس في المراحل الرئيسية لتصميم المشروع . من خلال مجموعة متنوعة من الاستراتيجيات البسيطة التي استهدفت الحد من غازات الاحتباس الحراري، وتخفيض استخدام الطاقة بنسبة 69٪ من المعدل الوطني للمدارس، وتقليل استخدام المياه الصالحة للشرب بنسبة تزيد على 50%.

في حين استهدف مشروع (12غرب) (شكل-12) تحقيق اعلى مستويات الاستدامة الحضرية، اذ يقع المشروع في قلب منطقة بورتلاند المكتظة حركياً، ويتكون المشروع من 23 طابق خصص الطابق الارض كمساحات تجارية و4 طوابق مساحات مكتبية مؤجرة لشركة معمارية وطنية، و17 طابقا شقق سكنية، وخمسة مستويات لمواقف السيارات و3 شرفات وحدائق على مستوى السقف.

تمكن فريق التصميم من تصميم فضاءات حضرية تشجع الحركة والحياة الحضرية على مستوى الشارع، ساهم في ذلك الاتي:

- استخدام نوافذ خشبية كبيرة لخلق علاقة قوية مع الشارع.
- أنماط الارصفة وأشجار الشارع والمفروشات والستائر الزجاجية الموضوعة بعناية في الفضاء الحضري للشارع، خلقت بتكاملها تسلسل سلس للحركة في الفضاءات الحضرية وممرات المشاة، كما جعلت من الشارع نابضاً بالحياة بتكاملها ايضا مع الاماكن المخصصة للأكل في الارصفة.
- اختيار مواد بناء منخفضة التأثير على البيئة بما في ذلك المواد المستصلحة، واستخدام الهياكل الخرسانية فقط في الفضاءات الداخلية، حيث تم استخدام كسوات وإنهاءات خارجية قادرة على الحفاظ على الكتلة الحرارية للمبنى.

وحيث ان التقليل من استخدام الطاقة هو المحرك الرئيسي للتصميم، فقد اظهرت نتائج المحاكاة بالحاسوب ان المبنى سيوفر 45% من اجمالي الطاقة مقارنة بالمعايير السائدة لمشاريع مشابهة، هذا التخفيض نتيجة لاتباع مجموعة من المنهجيات المستدامة مثل ضوء النهار، والتهوية الطبيعة، والاستفادة من الكتلة الحرارية المكتسبة خلال النهار اثناء الليل، علاوة على المجموعة الكبيرة من الخلايا الشمسية لتسخين المياه، وتوربينات الرياح المتكاملة مع المبنى، والتي تسهم بإضافة المزيد من الفعالية. كما انه من المتوقع تخفيض 47% من استخدام المياه الصالحة للشرب، وذلك من خلال استخدام تجهيزات صحية كفؤة، وري المسطحات الخضراء بكميات مياه منخفضة، وكذا اعادة استخدام مياه الامطار.

وباستلهام افكار من خزين الموروث المعماري العربي تمكن فريق تصميم جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية (شكل13) من دخول هذه القائمة، اذ تمكن فريق التصميم متعدد الجنسيات تحقيق مبادئ التصميم المستدام بالرجوع الى خصائص العمارة العربية التقليدية، وذلك كالاتي:

- اعتماد النسيج الحضري المتضام في المدن العربية التقليدية، وذلك للتقليل من المساحات المعرضة للشمس، وكذا التقليل من مسافة السير بالأقدام.
- استخدام نظام التظليل المتبع في تسقيف الاسواق التقليدية، في الاروقة والفضاءات الحضرية في المشروع.
- اعتماد نظام تسقيف ضخم مستوحى من الخيمة العربية، وذلك لحجب اشعة الشمس عن الواجهات من جهة وتسقيف ممر المشاة الرئيسي للجامعة من جهة اخرى، مما حقق تهوية طبيعية وترشيح للضوء، وكذا التقاط جيد للطاقة الشمسية بواسطة الالواح الشمسية التي تغطي السطح.
- استخدام نظام التهوية الطبيعة المتبع في المباني التقليدية والمعروف باسم ملاقف الهواء (البادجير)، وذلك لخلق تدفق طبيعي للهواء في الممرات المخصصة للمشاة، وذلك بعد تزويده بنظام تحكم يعمل بالطاقة الشمسية.
- بمحاكاة للمشربيات العربية تم تغطية النوافذ والافنية بنظام تظليل متكامل يقلل من الاحمال الحرارية ويخلق ضوء دراماتيكي.

الجدير ذكره ان أكبر مشروع مستدام في العالم حتى العام 2012م هو جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية الحاصل على الشهادة البلاتينية من ليد، وبالتالي فقد حقق الكثير من معايير ليد فقد حقق 60% من استخدام الاضاءة الطبيعية خلال ساعات النهار، و21% من المواد المستخدمة في البناء روعي فيها معايير اعادة التدوير و35% منها جلب من مصادر تبعد عن موقع المشروع 500 ميل واقل، والحد من استهلاك المياه وصل الى 40%، وتصل نسبة تقليل استهلاك الطاقة من 35% الى 40%. وبذلك حصلت على شهادة ليد البلاتينية بـ 52 من 69 نقطة على النحو الاتي:

- الموقع المستدام (11من 14 نقطة)
- كفاءة استخدام المياه (5من 5 نقاط)
- الطاقة والجو (11من17 نقطة)
- المواد ومصادرها (7من13 نقطة)
- جودة البيئة الداخلية (13من15 نقطة)
- الابتكار (5من5 نقاط)

**7 نتائج الدراسة التحليلية للتطبيقات العلمية للتصميم المستدام**

**7 1 النتائج الخاصة بالمشاريع المعمارية:**

تظهر نتائج المقارنة كما في الجدول رقم (2) الاهتمام الملحوظ لعنصري الاسقف عالية الأداء واستخدام الطاقة المتجددة في كافة المشاريع المنتخبة، يليهما بالتساوي العناصر ذات العلاقة بمواد البناء القابلة للتدوير والعناصر ذات العلاقة بالمياه وكما هو موضح تفصيلا في الرسم البياني (شكل-14)

**7 2 النتائج الخاصة بأهم عناصر الاستدامة**

تظهر نتائج المقارنة كما في الجدول رقم (3) الأهمية العالية وبالتساوي لكلا من المسطحات الخضراء والطاقة المتجددة ومواد البناء وكذلك استلهام الأفكار من الموروث من اجل تحقيق الاستدامة في العمارة، يليها العناصر ذات العلاقة بالمياه والصرف الصحي وكما هو موضح تفصيلا في الرسم البياني (شكل-15)

**8 الاستنتاجات**

يعد حقل العمارة من أبرز الحقول المعرفية التي تناولت مع افكار الاستدامة على مستوى التنظير وكذا التطبيق بل انه الحقل الذي سبق فيه تطبيق مبادئ الاستدامة قبل التنظير فيها، كما انه الحقل المعرفي الذي فيه امكانية قياس مدى تطبيق الاستدامة في تطبيقاته بأدوات موضوعية واضحة، وعليه فان البحث قد توصل الى مجموعة من الاستنتاجات اهمها الاتي:

- اقتربت مبادئ الاستدامة الحضرية كثيراً الى اسس التخطيط الحضري للمدن القديمة (صنعاء التاريخية مثالا)، بالتالي تعد اغلبها بمثابة عودة للموروث الحضاري في قالب عصري.
- تعد مشاركة اغلب دول العالم المتقدمة في المحافل العالمية-معرض العالم نموذج مميز للعمارة المستدامة، بل ان كثير من المشاركات تقدم حلول جديدة واضافات معرفية لمبادئ الاستدامة، في حين مازالت مشاركة الدول النامية تقتصر على تقديم الموروث المعماري والثقافي لبلدانهم.
- تعد نظم ومعايير تقييم ديمومة المشاريع اهم ما يميز تطبيقات التصميم المستدام في العمارة، رغم تعددها وتنوعها الا انها توحدت في اهدافها، بل ان هذا التنوع مطلوب لتلبية خصوصية المدن والاقاليم. كما تعد التجارب العربية في هذا المجال مميزة رغم مصدرها الغربي، الا انها تحاول ان يكون للهوية العربية أثر واضح في معاييرها وذلك بالتركيز على الموروث الحضاري من خلال إضافة الثقافة كبعد رابع لركائز الاستدامة (الاقتصاد والمجتمع والبيئة).
- تقلل برامج وادوات حاسوبية مساعدة للتصميم المستدام بشكل كبير من التدخل البشري في التفسير والتحليل مما يقلل الجهد والوقت وكذا الكلفة، في حال توفر بيانات المناخ ومواد البناء.
- تمثل الاعمال المعمارية التطبيق الفعلي لمبدأ الاستدامة، بل هي أكثر من ذلك فهناك اعمال سبقت التنظير والتأطير للاستدامة ومبادئها بكثير، مثلها مثل الشعر الجاهلي الذي أنتج بحور الشعر واوزانه.
- تعد المشاريع المعمارية محرك ومؤطر لكثير من المفاهيم الضبابية التي شابت مفهوم التصميم المستدام خلال السنوات الاولى من ظهوره.

-المحرك الرئيسي الاول للتصميم المستدام والامكانية التي يمكن من خلالها تحقيق الاستدامة في كثير من المشاريع الحضرية والمعمارية هو التقليل من استخدام الطاقة، وذلك بوسائل عديدة أهمها الاتي:

- مصادر الطاقة المتجددة.
- الاضاءة والتهوية الطبيعية.
- الاسطح الخضراء.

وكثير من تلك الوسائل تتطلب الرجوع الى مبادئ التصميم الموروثة في عمارة التقليدية.

-المحرك الرئيسي الثاني للتصميم المستدام والامكانية التي يمكن من خلالها تحقيق الاستدامة هو التقليل من استهلاك المياه، وذلك أيضا بعدة وسائل اهمها الاتي:

- إعادة استخدام المياه الرمادية.
- كفاءة التركيبات الصحية.
- حصاد مياه الامطار من الاسطح.

## 9 -التوصيات

- دراسة اسس التخطيط الحضري للمدن القديمة، والتصميم المعماري لمبانيها بالتحليل والمقارنة مع المعايير العالمية للاستدامة الحضرية، من اجل تطويرها لمواكبة متطلبات العصر ليمكنها من التطبيق على المستوى العالمي.
- تفعيل الجانب الاعلامي في الدول العربية للتوعية بأهداف المحافل العالمية-معرض العالم، خصوصا ان دولة الامارات العربية ستستضيف اكسبو 2020 .
- تعريب ادبيات نظم ومعايير تقييم ديمومة المشاريع العربية ليستفيد منها شريحة كبيرة من المهتمين بل لتعكس هدفها المعلن باحترام الثقافة العربية، فإلى جانب ركائز الاستدامة الثلاثة: (البيئة والمجتمع والاقتصاد)، اضافة هذه النظم ركيزة رابعة هي الثقافة، لكن أدبياتها مكتوبة باللغة الإنجليزية وبالأخص نظام جي ساس القطري والذي يسعى للإحلال بدلا عن المعايير الغربية على مستوى الخليج.
- تتطلب برامج وادوات حاسوبية مساعدة للتصميم المستدام توفر بيانات للمناخ، هذه البيانات غير متوفرة لكثير من الدول العربية (المدن اليمنية مثلا)، وعليه يوصي بحث الجهات ذات العلاقة بالعمل على توفير تلك البيانات وبالصيغ القابلة للإدخال في قاعدة بيانات تلك البرامج.

## 10 -المصادر


1 -الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة (IUCN) (2006)؛"مستقبل الاستدامة: إعادة التفكير بالبيئة والتنمية في القرن الواحد والعشرين"؛ تقرير اجتما ع المفكرين للاتحاد الدولي لحماية الطبيعة؛ ترجمة :المكتب الإقليمي لمنطقة غرب ووسط آسيا وشمال أفريقيا – الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة.

2 -الكعبي، حمد؛ (2011)؛ "**توقف تطبيق معايير «الاستدامة» الخاصة بالطاقة ومواصفاته**"؛ at: http://www.alittihad.ae/details.php?id=12034&y=2011&article=full (accessed 14/12/2014)

3 -النعيم، مشاري عبد الله؛ (2000م)؛ "**أفكار لعمارة المستقبل**"؛ مجلة البناء؛ العدد(121)؛ السنة العشرون؛ الرياض.

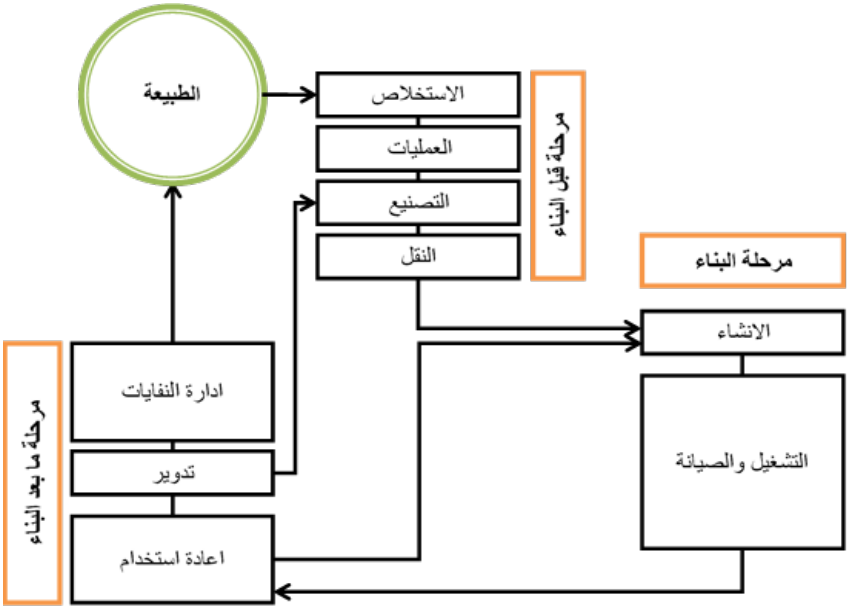
4 -نعيم، محمد علي علي مسعود (2014م)؛ " **الاستدامة والعمارة: المفاهيم والابعاد التطبيقية** "؛ مجلة العلوم والهندسة؛ المجلد (3)؛ العدد (1)؛ كلية الهندسة؛ جامعة صنعاء؛ صنعاء.

5 -نعيم، محمد علي علي مسعود(2005م)؛ "**ترويض الشكل وسلطة المعنى: دراسة تطبيقية لممارسة السلطة في العمارة**"؛ اطروحة دكتوراه؛ قسم الهندسة المعمارية؛ الجامعة التكنولوجية؛ بغداد؛ (غير منشور)

6- AIA"; (2014); available at: http://www.aiatopten.org/taxonomy/term/7 (accessed 14/12/2014)

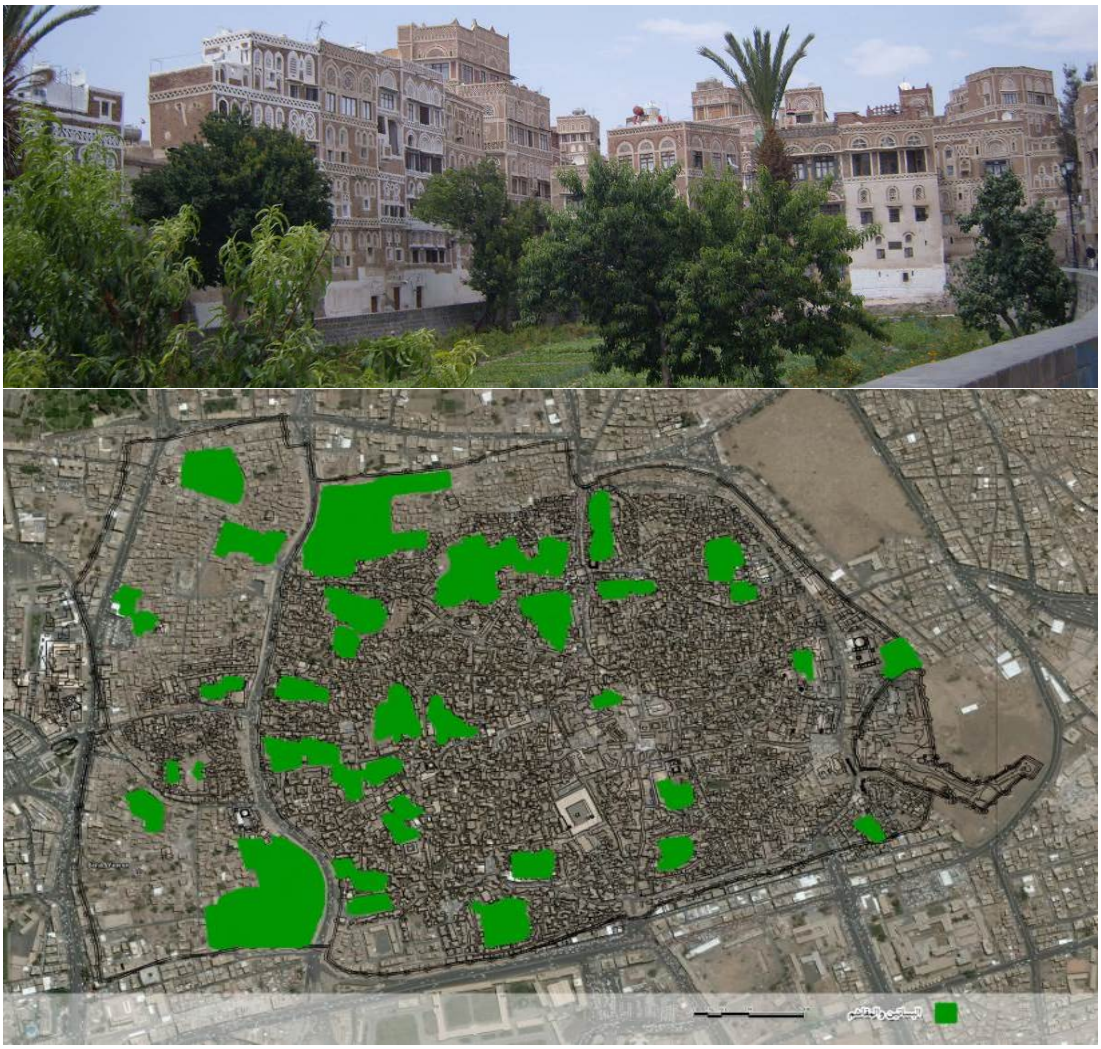
7- Autodesk, REVIT, (2007);"**Building Information Modeling for Sustainable Design**"; available at: http://images.autodesk.com/adsk/files/bim_for_sustainable_design_oct08.pdf (accessed 23/05/2014)

8- Dispenza, Kristin, (2011);"**BIM: Bridging the Gap between AEC and O&M** "; available at: http://buildipedia.com/aec-pros/facilities-ops-maintenance/bim-bridging-the-gap-between-aec-and-om?print=1&tmpl=component; (accessed 23/05/2014).
9- Estidama; (2014); available at: http://estidama.upc.gov.ae/estidama-and-pearl-rating-system/pearl-rating-system.aspx?lang=ar-AE (accessed 14/12/2014)
10- Group, PM-1 **(**December 2002)**;"LANL Sustainable Design Guide";** Site Planning and Construction Committee; Site and Project planning; available at: http://www.lanl.gov/orgs/eng/engstandards/esm/architectural/Sustainable.pdf (accessed 23/05/2014).
11- Hoy; available at: http://www.hoy.com.tw/b.asp?lang=en&sc=viewpj&SN=101 (accessed 14/12/2014).
12- Jong-Jin Kim, and Brenda Rigdon (1998); **"Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design"**; College of Architecture and Urban Planning; The University of Michigan; National Pollution Prevention Center for Higher Education.
13- LEED; (2014); available at: http://www.usgbc.org/LEED/Project/CertifiedProjectList.aspx (accessed 14/12/2014).
14- Oxford University (1987)**"The Brundtland Commission report Our Common Future"** ؛ Oxford University Press; available at: http://www.worldbank.org/depweb/english/sd.html (accessed 23/05/2014).
15- **The Engineering Guide to LEED–New Construction**; The McGraw-Hill Companies, Inc. United States of America; 2008.
16- Verlag, Hatje Cantz**; "Architecture": EXPO 2000 Hannover**; Hatje Cantz Verlag & EXPO 2000 Hannover GmbH; Germany; 2000.
17- Verlag, Hatje Cantz; **"EXPO Architecture Documents";** Hatje Cantz Verlag & EXPO 2000 Hannover GmbH & authors; Germany; 2000.
18- Wikipedia; **"List_of_world_expositions"**; available at: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_world_expositions (accessed 14/12/2014).
19- "Wikipedia; **"Sustainable_city"**; available at: http://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_city; (accessed 14/12/2014).
20- Wikipedia; **"Sustainable_design"**; http://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_design; (accessed 14/12/2014).
21- William McDonough & Partners "**The Hannover Principles Design for Sustainability Prepared for EXPO 2000 The World's Fair Hannover, Germany"**; 1992.
22- Zafar, Salman (2014) **"Green Building Rating Systems in MENA"**; available at: http://www.ecomena.org/tag/green-buildings-in-middle-east/ . (accessed 14/12/2014)




**شكل(1): دورة حياة المبنى المستدام / المصدر: [Jong, 11] (بتصرف).**

**شكل(2): اهم عناصر الاستدامه على مستوى المدينة/ المصدر :[الباحث]**

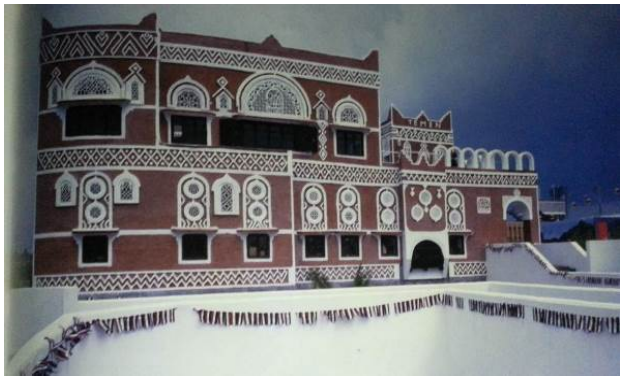


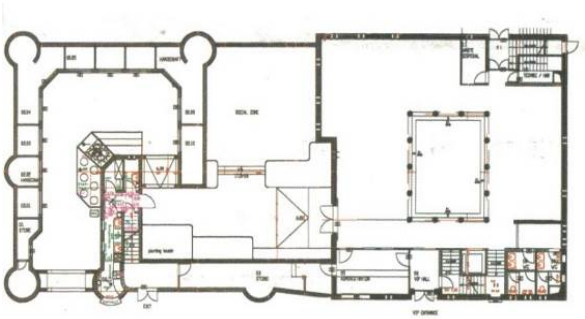
**شكل(3): صورة لمقشامة القاسمي وخارطة جوية توضح نسبة المساحات الخضراء في مدينة صنعاء التاريخية/**
**المصدر: [الباحث]**

**جدول(1): قائمة بمعارض العالم وشعاراتها/ المصدر: [.Wikipedia_ L.W.E.] بتصرف**

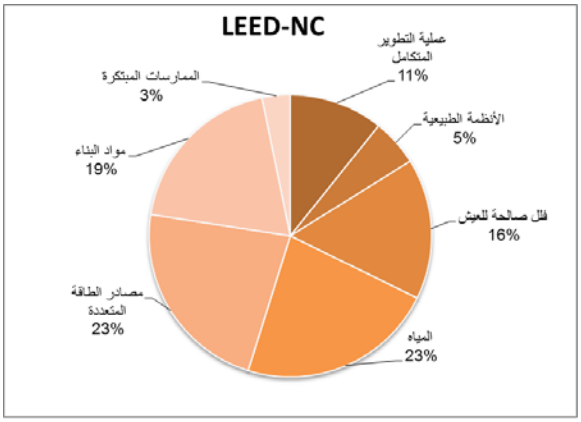
| التاريخ | البلد المضيف | شعار المعرض |
|---|---|---|
| **2005** | ايشي -اليابان | حكمة الطبيعة |
| **2008** | سرقسطة - اسبانيا | المياه والتنمية المستدامة |
| **2010** | شنغهاي - الصين | مدينة افضل، حياة افضل |
| **2012** | يوسو - اليابان | حيوية المحيط والساحل |
| **2015** | ميلان- ايطاليا | تغذية الكوكب طاقة للحياة |
| **2017** | أستانا- كازاخستان | الطاقة في المستقبل |
| **2020** | دبي- الامارات | ربط العقول، وخلق المستقبل |

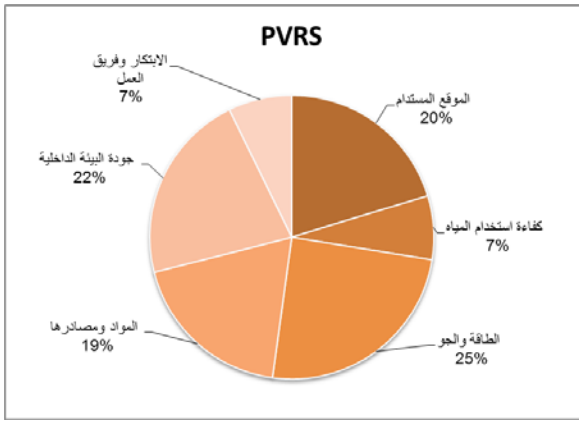
شكل(4): منظر داخلي واخر خارجي للجناح الياباني يظهر شفافية الغلاف الخارجي والهيكل الداخلي/ المصدر :[Verlag_A.,83]



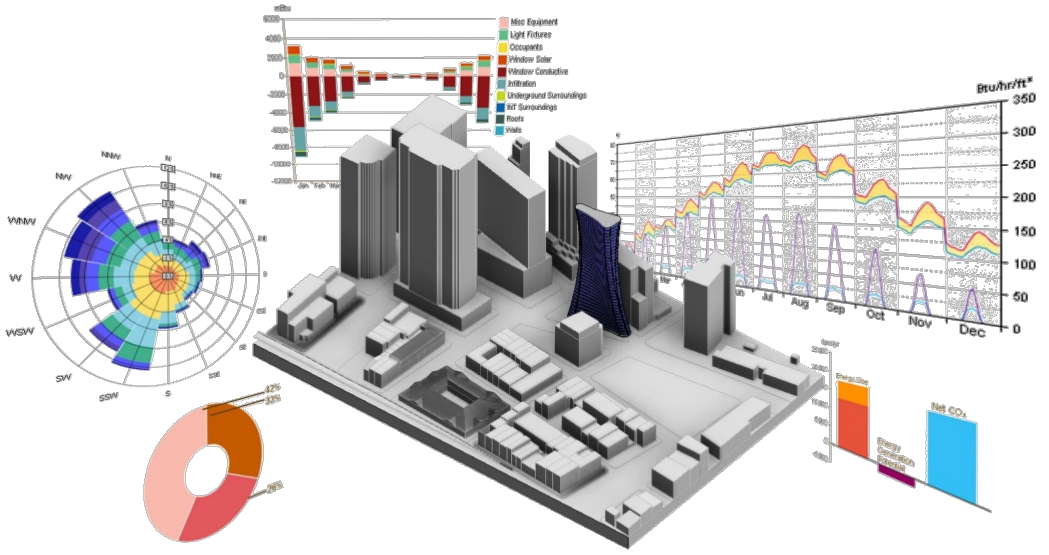


شكل(5): جناح اليمن في اكسبو هانوفر 2000/ المصدر : [Verlag_ A. ,142]



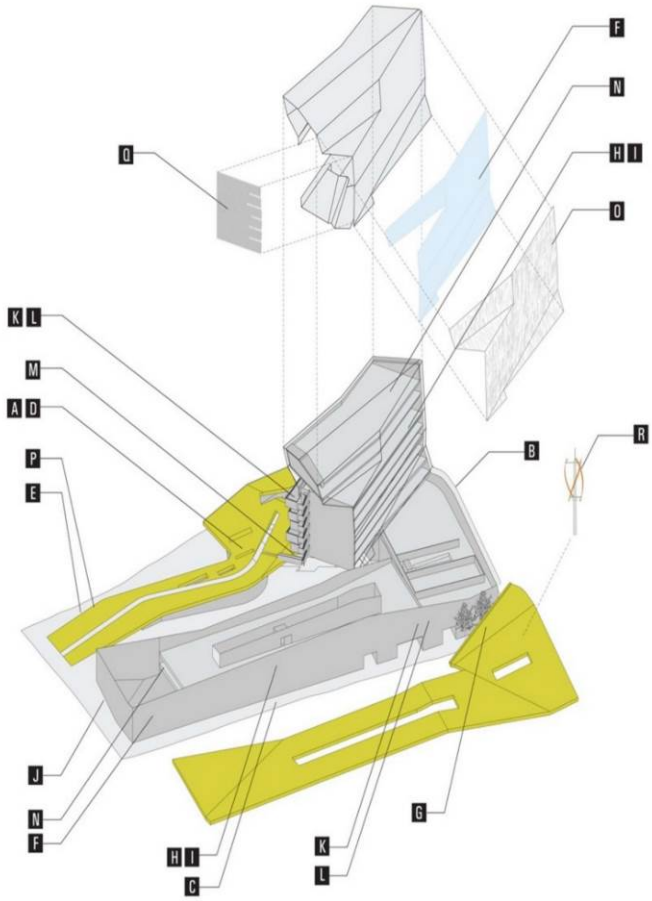




شكل(6): مقارنة بين قيم المعايير في نظام PVRS و LEED-NC / المصدر: [الباحث]



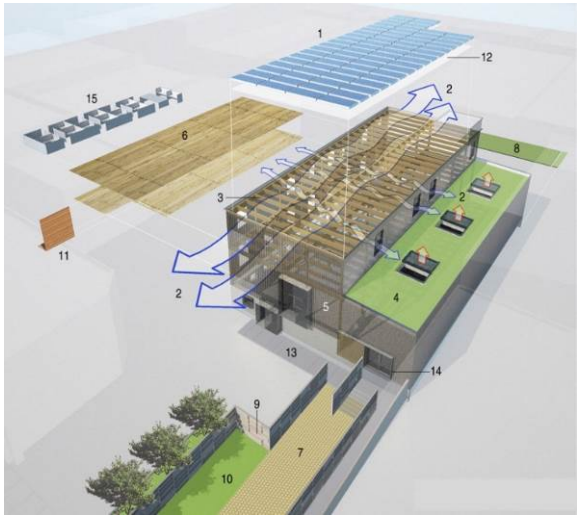

شكل(7): نماذج من مخرجات البرامج الحاسوبية المساعدة/المصدر: [Dispenza]

| عناصر الاستدامة في المشروع | |
|---|---|
| A | تنسيق السقف لكي يكون مقاوم للجفاف باستخدام نباتات محلية وكذلك استخدام نظام الري بالتقطير للمياه الرمادية. |
| B | استصلاح المياه ونظام تخزينها من جديد. |
| C | الرصيف السابق للمشاة للمشي والدرجات الهوائية. |
| D | إمكانيات عالية في تطبيق النظام الحراري الأرضي . |
| E | أداء عالي في استخدام الخلايا الزجاجية للحصول على الطاقة الشمسية. |
| F | زجاج عالي الاداء للتقليل من الطاقة الشمسية الى 70%. |
| G | استخدام نظام دفع للمياه الرمادية إلي دورات المياه لإعادة استخدامها . |
| H | استخدام نوع من الرشاشات بالحمامات والتي لا تعمل فقط علي حفظ المياه بل على اقتصاد تصريف الماء لجالونات عدة. |
| I | كفاءة نظام التركيبات الصحية. |
| J | معالجة مياه الصرف الصحي في الموقع وإعادة استخدامها. |
| K | تقليل المركبات العضوية المتطايرة من الاثاث بسجاد تجاري قابل للتدوير. |
| L | استخدام المركبات العضوية المتطايرة من خلال تجميعها واستخدامها بالطلاء. |
| M | لوحات خشبيه صوتيه قابلة للتدوير. |
| N | خرسانة خفيفة عالية تتناسب مع محتوي الرماد المتطايرة الموجودة بالمنطقة |
| O | نظام الواجهة المعدنية يقلل من تأثير الطاقة الشمسية بنسبة 50%. |
| P | خرسانة خفيفة باستخدام الرماد المتطاير الموجود بالمنطقة استخدام المواد الناتجة من العمليات الطبيعية . |
| Q | ألواح شمسية تنقل وتحول الطاقة الشمسية الى كهرباء بنسبه 90 كيلو وات. |
| R | استخدام توربينات الريح الرأسية |




شكل(8): مركز تايوان لمكافحة الامراض، يظهر عناصر الاستدامة في المشروع/المصدر: [Hoy] (بتصرف)

**شكل(9): مشروع (11th Street 355)، يظهر صور للواجهة القديمة للمشروع والواجهة الجديدة، وديقلرام يوضح مسار تدفق الهواء خلال غلاف المبنى breathable. / المصدر: [AIA]**




| عناصر الاستدامة في المشروع | |
|---|---|
| 1 | الطاقة المتجددة |
| 2 | التهوية الطبيعية |
| 3 | اعادة استخدام مواد بناء المبنى القديم |
| 4 | السقف الحي. |
| 5 | غلاف المبنى breathable |
| 6 | ارضيات من الخيزران متجدد المصدر. |
| 7 | استخدام نظام دفع للمياه الرمادية إلى دورات المياه لإعادة استخدامها . |
| 8 | ارضيات العشب للتقليل من درجة الحرارة. |
| 9 | 50% من الخشب معتمد من مجلس الاشراف على الغابات FSC |
| 10 | 20% من الموقع مزروع بنباتات لا تحتاج للري. |
| 11 | استخدام خشب معاد في التشطيبات الداخلية. |
| 12 | السطح عالي الانعكاس. |
| 13 | خرسانة خفيفة عالية 20% من الرماد المتطاير . |
| 14 | 50% من الفولاذ قابل للتدوير. |
| 15 | نظام Workstation في تجميع المكاتب الادارية |

**شكل(10): مشروع (11th Street 355)، استراتيجة التصميم المستدام في المشروع/ المصدر: [AIA] (بتصرف)**

| عناصر الاستدامة في المشروع | |
|---|---|
| 1 | 91% من ري الحديقة بواسطة حصاد مياه الامطار |
| 2 | السقف الحي |
| 3 | 24% طاقة متجددة. |
| 4 | التهوية الطبيعية |
| 5 | تقنية حديقة الطالب. |
| 6 | 100% اضاءة طبيعية. |
| 7 | 60% تخفيض استهلاك للطاقة. |
| 8 | 30% مواد قابلة للتدوير. |
| 9 | 50% تخفيض من استهلاك المياه. |

**شكل(11): مركز هومر للعلوم ، استراتيجة التصميم المستدام في المشروع/ المصدر: [AIA] (بتصرف)**

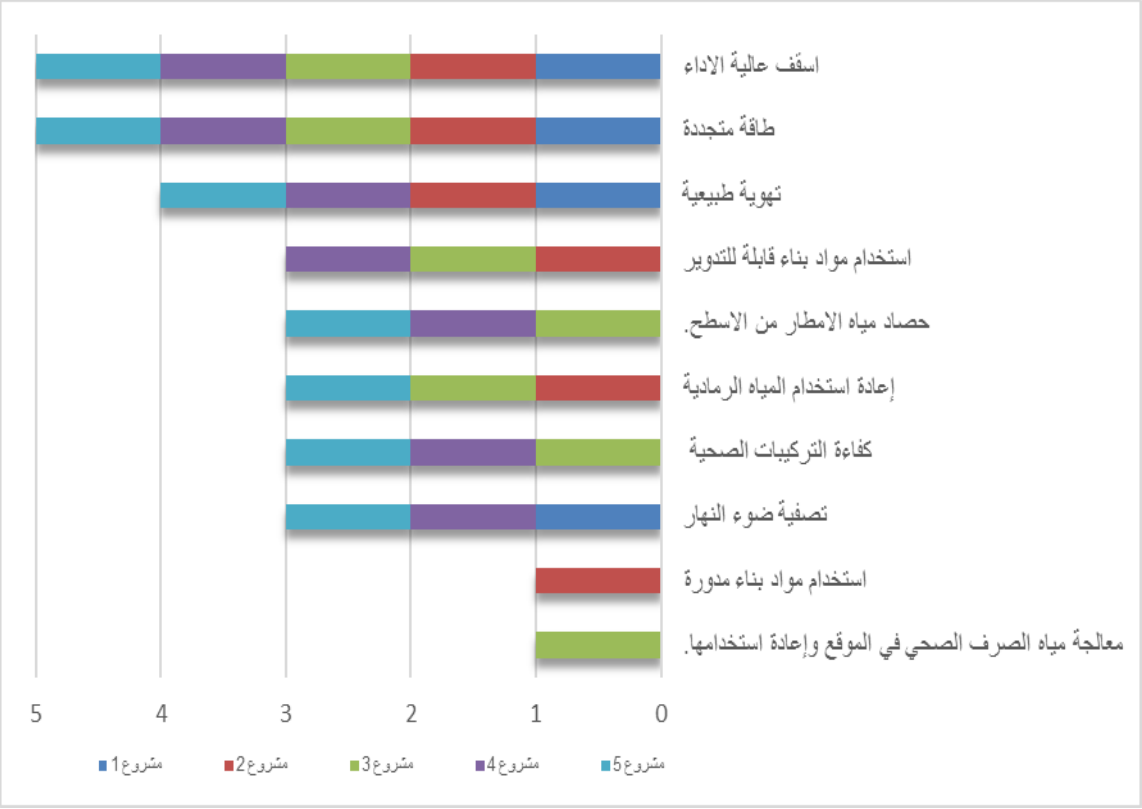
**شكل(12): مشروع (12غرب) ، استراتيجة التصميم المستدام في المشروع/ المصدر: [AIA] (بتصرف)**

| عناصر الاستدامة في المشروع |
|---|
| من 10-12000 kwh في السنة من الطاقة منتجة بواسطة اربع تربينات رياح. |
| 24% من الماء الحار مسخن بواسطة الالواح الشمسية الحرارية |
| سطح اخضر لتنقية مياه الامطار والتقليل من درجة حرارة المبنى. |
| زجاج Low-e يقلل 34% من ضوء النهار لكنه يعكس 74% من الحرارة، ويخفض الطاقة المستخدمة للإضاءة والتبريد. |
| اعادة استخدام مياه الامطار في مراحيض المكاتب وري السطح الاخضر، مما يخفض من استخدام 286000 جالون في السنة من مياه المدينة. |
| كفاءة التركيبات الصحية تساعد على تخفيض 44% من استهلاك المياه. |
| نوافذ قابلة للفتح تساهم بتجديد الهواء والاتصال بالخارج. |
| اجهزة استشعار لضوء النهار. |
| خرسانة مكشوفة لتعديل درجة الحرارة الداخلية. |
| مبرد الشعاع الطبيعي للتقليل من الطاقة المستخدمة للتبريد في الايام الحارة. |
| توزيع الهواء تحت ارضيات الدور. |
| خزانات حفظ مياه الامطار ومعالجتها لإعادة الاستخدام. |
| كفاءة محطة التبريد المركزي |
| حصاد مياه الامطار من الاسطح. |
| تكثيف المياه من الهواء خلال اشهر الصيف. |

| عناصر الاستدامة في المشروع | |
|---|---|
| 1 | اسقف عالية الاداء |
| 2 | طاقة شمسية |
| 3 | تهوية طبيعية |
| 4 | زجاج عالي الاداء |
| 5 | تظليل متكامل |
| 6 | تبخير محلي |
| 7 | ساحات مبردة طبيعيا |
| 8 | تصفية ضوء النهار |

**جدول(2): مقارنة تحليلية لاهم عناصر الاستدامة وتطبيقاتها العلمية على مستوى المشاريع المعمارية/ المصدر: [الباحث]**

| المشاريع المستدامة المنتخبة / اهم عناصر الاستدامة | جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية (مشروع1) | مشروع Street 11th 355( (مشروع2) | مركز تايوان لمكافحة الامراض (مشروع3) | مركز هومر للعلوم (مشروع4) | مشروع (12غرب) (مشروع5) |
|---|---|---|---|---|---|
| معالجة مياه الصرف الصحي في الموقع وإعادة استخدامها. | | | ✓ | | |
| استخدام مواد بناء مدورة | | ✓ | | | |
| تصفية ضوء النهار | ✓ | | | ✓ | ✓ |
| كفاءة التركيبات الصحية | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| إعادة استخدام المياه الرمادية | | ✓ | ✓ | | ✓ |
| حصاد مياه الامطار من الاسطح. | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| استخدام مواد بناء قابلة للتدوير | | ✓ | ✓ | ✓ | |
| تهوية طبيعية | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| طاقة متجددة | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| أسقف عالية الاداء | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

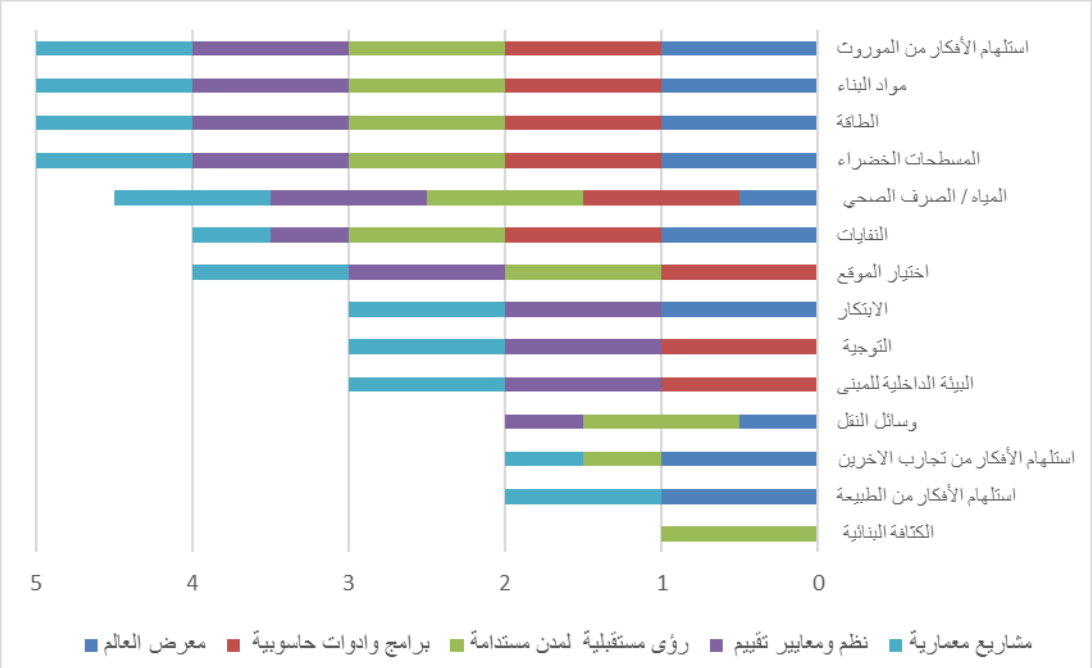



**شكل(14): رسم بياني يوضح ترتيب اهم عناصر الاستدامة بحسب اهميتها وتطبيقاتها العلمية على مستوى المشاريع المعمارية/ المصدر: [الباحث]**

**جدول(3): مقارنة تحليلية لاهم عناصر الاستدامة ومجالات ممارساتها في العمارة /المصدر: [الباحث]**

| مجالات الممارسة / اهم عناصر الاستدامة | رؤى مستقبلية وخطط استراتيجية لمدن مستدامة | معرض العالم | نظم ومعايير تقييم ديمومة المشاريع. | برامج وادوات حاسوبية مساعدة للتصميم المستدام. | مشاريع معمارية |
|---|---|---|---|---|---|
| المسطحات الخضراء | ◉ | ◉ | ◉ | ◉ | ◉ |
| الطاقة | ◉ | ◉ | ◉ | ◉ | ◉ |
| مواد البناء | ◉ | ◉ | ◉ | ◉ | ◉ |
| المياه / الصرف الصحي | ◉ | ○ | ◉ | ◉ | ◉ |
| اختيار الموقع | ◉ | | ◉ | ◉ | ◉ |
| الكثافة البنائية | ◉ | | | | |
| البيئة الداخلية للمبنى | | | ◉ | ◉ | ◉ |
| التوجيه | | | ◉ | ◉ | ◉ |
| استلهام الأفكار من الطبيعة | | ◉ | | | ◉ |
| استلهام الأفكار من الموروث | ◉ | ◉ | ◉ | ◉ | ◉ |
| استلهام الأفكار من تجارب الاخرين | | ◉ | | | |
| وسائل النقل | ◉ | ○ | ○ | | |
| الابتكار | | ◉ | ◉ | | ◉ |
| النفايات | ◉ | ◉ | | ◉ | ○ |

◉ اهتمام وتطبيق مباشر ○ اهتمام وتطبيق غير مباشر




**شكل(15): مقارنة تحليلية لاهم عناصر الاستدامة ومجالات ممارساتها في العمارة/ المصدر : [الباحث]**