

دور الأنظمة التشغيلية الذاتية والفعّالة على تكنولوجيا العمارة المستدامة

أكرم جاسم محمد العكام، ندى عبد الأمير كريم مبارك *

أستاذ مشارك، قسم الهندسة المعمارية، جامعة العلوم التطبيقية، الأردن

drakramalakam@yahoo.com

* مدرس مساعد، قسم الهندسة المعمارية، جامعة بابل، العراق

(قدم للنشر في ١٠/٥/١٤٣١هـ؛ وقبل للنشر في ١٣/١١/١٤٣١هـ)

الكلمات المفتاحية: تكنولوجيا العمارة المستدامة، الأنظمة التشغيلية، النظام الذاتي، النظام الفعال.
ملخص البحث. تطرقت العديد من الطروحات إلى مفهوم الاستدامة في البيئة العمرانية، إلا أنها لم تقدم القدر الكافي لتوضيح الأنظمة التشغيلية لتكنولوجيا العمارة المستدامة، لذا برزت مشكلة البحث الأساسية في الحاجة العلمية لمعرفة طبيعة الأنظمة التشغيلية operational system الذاتية والفعّالة لتكنولوجيا العمارة المستدامة. اعتمد البحث أسلوب الدراسة الوصفية التحليلية، وتم إنتقاء (١٦) مشروعاً كعينة بحثية، وشملت مؤشرات الأنظمة التشغيلية (١٦) متغيراً. واعتمدت المخططات الأفقية والعمودية وثلاثية الأبعاد كوحدات تحليلية. استخدم التحليل التائي T-Test لمعالجة البيانات من خلال الحقيبة الإحصائية SPSS.

أوضحت النتائج فاعلية المؤشرات الإيكولوجية المتمثلة باستخدام النظم الطبيعية لأغراض التدفئة كنظام التسخين الأرضي، أو الشمسي، أو الهواء المدفأ بالطاقة الشمسية وإمراره تحت الأرض المرفوعة، وإعادة تدوير واستخدام المياه أو الأمطار وترشيحها وإعادة معاملتها واستخدامها، وتظليل الأبنية خلال استخدام كاسرات التظليل والستائر والشرفات والأفاريز، واعتماد المصادر القابلة للتجديد والتدوير كالكتل العضوية والمحاصيل والفضلات فضلاً عن فاعلية المؤشرات التكنولوجية المتمثلة باعتماد نظم المراقبة والسيطرة الذكية خلال مجسات لتحديد الظروف البيئية الملائمة والتحكم بعمليات التشغيل.

وأشارت الاستنتاجات إلى تلازم النظم التشغيلية الذاتية والفعّالة، والتكنولوجيا والإيكولوجيا في تحقيق العمارة المستدامة، وأهمية اعتماد إستراتيجية أو أكثر لتقليل الطاقة من خلال تقليل الأحمال منذ نشأتها، واستخدام الطاقة الأكثر فاعلية، والاستغلال الأقصى لخط الطاقة، والاستخدام المناسب للمواد.

المقدمة

انصب اهتمام الباحثين منذ عقود على علاقة الإنسان بالبيئة، ومنها دراسة البيئة العمرانية حيث برزت الحاجة للعودة لمفهوم الاستدامة والتطوير واعتماد مبدأ مشترك بين الاقتصاد والبيئة والمجتمع. ونظراً لأهمية الأنظمة التشغيلية في الأبنية وخصوصاً أنظمة التدفئة والتبريد وبمختلف التقنيات البدائية والمتطورة، برزت مشكلة البحث الأساسية في الحاجة العلمية لمعرفة طبيعة الأنظمة التشغيلية operational system لتكنولوجيا العمارة المستدامة، وهدف البحث إلى الكشف عن طبيعة بناء الأنظمة التشغيلية لتكنولوجيا العمارة المستدامة، مفترضاً تأثيرها به.

صنف البحث إلى خمسة محاور، اهتم المحور الأول بتحديد المشكلة البحثية للأنظمة التشغيلية في العمارة المستدامة. وركز المحور الثاني على استكمال القاعدة المعلوماتية المطلوبة وبلورة الإطار المفاهيمي الخاص بالأنظمة التشغيلية الذاتية والفعّالة لتكنولوجيا العمارة المستدامة، وتناول المحور الثالث بناء الانموذج الافتراضي، وأشار المحور الرابع إلى أهم الإجراءات التطبيقية والعملية التحليلية للتحقق من فاعلية المتغيرات المتباينة. واختتم المحور الخامس البحث بطرح النتائج والاستنتاجات بغية إيجاد جسور معرفية للترابط المعرفي النظري والتطبيقي وصولاً إلى بناء قاعدة معلوماتية تسد الثغرة المعرفية المطروحة.

تحديد المشكلة البحثية

ركزت التكنولوجيا على التحرر من القوى الكامنة وخلال استخدامها بالشكل الصحيح الذي يحقق

إمكانية حل المشاكل مهما كانت معقدة، وعلى التوجه نحو الطاقة الطبيعية والتقنيات المعمارية الخاصة بالبلدان التي تتميز بمناخ قاس لتقليل إستهلاك الطاقة، مشيرة إلى الحلول التقنية المعمارية البسيطة ونظم الطاقة الذاتية المعتمدة على الإشعاع الشمسي وحركة الهواء، مع الإشارة إلى أهمية بعض التقنيات العالية للتقليل من الفقدان والكسب الحراري، كاستخدام الزجاج المزدوج (Sudjic, 1995).

ويمكن للمدن المستقبلية والتفكير الخلاق والتكنولوجيا تأمين مستقبل الحياة الإنسانية بالتوجه نحو الاستدامة والتركيز على التقنيات واستخدامها في العمارة لتحسين الحياة وتقليل التأثيرات السلبية، وتقليل الاستهلاك عن طريق كفاءة التنفيذ بإعادة استخدام وتدوير المواد لتقليل الخسائر والحفاظ على الطاقة، واستغلال التكنولوجيا كاستخدام نظم الحاسوب في مرحلة التخطيط وحساب الطاقة المستهلكة مع العودة إلى مفهوم الأبنية التقليدية (Rogers, 1997). أن التوجه الحالي نحو عمارة عصرية ينبع من المبادئ الإيكولوجية واستخدام النظم الذاتية في العمارة لأقل الطاقات في عملية البناء وإدامة البنية خلال حياتها، بإقتصاد الطاقة النابضة _ (greatbuildings.com, 1999)

وتبرز أهمية التصميم البيومناخي Bio-climate وكيفية تعامله مع تصميم الطاقة الذاتي، إذ لم تصل معالجة مشاكل العمارة السابقة إلى الكفاءة العالية بسبب اقتصرها على أدائية مستوى بنية مفردة، بينما تتواجد المشكلة الحقيقية في البنية الحضرية، فضلاً عن اختيار المواد المستعملة ونوع النظم التشغيلية والتقنيات

وتناولت إحدى الدراسات توفير المعرفة حول دور التقنية وسبل استخدامها في تحقيق العمارة المستدامة في المناخ الحار الجاف والتعريف بالبدايل والآليات الأنسب في ضوء محددات التقنية وإمكاناتها من حيث (التشغيل، الصيانة) ومدى ملائمتها في المناخ الحار الجاف الكفيلة بتغيير الأنماط التقليدية في توليد الطاقة للاستخدامات الكهربائية والحرارية (الديواني، ٢٠٠٨م)، إلا أن تلك الدراسة لم تتناول المؤشرات الإيكولوجية أو التقنيات ضمن أنظمة تشغيلية محددة.

وتناولت دراسة أخرى دور التكنولوجيا الرقمية في التشكلات الإيكولوجية والبايولوجية في العمارة المحلية والمتمثلة بعمارة الأهوار، مستنتجة كفاءة عمليات التكنولوجيا الرقمية في التعديل والتوليد في بناء التشكلات، وفاعلية آليات التكنولوجيا الرقمية المتمثلة بالخط المولد والنقاط الشبكية والتجريد والمحاكاة الشكلية والشفرة الجينية الرقمية. (العكام والبجاري، ٢٠١٠م)، لقد تناولت تلك الدراسة علاقة التكنولوجيا بموضوع التشكل Morphing ولم تتناول النظم التشغيلية.

يلاحظ مما سبق بأن الطروحات قد اتسمت بالعمومية وخصوصاً فيما يتعلق بالنظم التشغيلية للعمارة المستدامة وتأثير التكنولوجيا عليها، إذ هنالك علاقة ضمنية للوجه التصميمي بطبيعة النظام التشغيلي المعتمد، كما إن اعتماد قرارات تصميمية تحد من هدر الموارد قد تتيح للمصمم اعتماد النظم الذاتية بمعية تقنيات بسيطة مما يحقق استدامة إيكولوجية، فيما يعتمد المصمم على التكنولوجيا بمعية النظم الذاتية أو ما يسمى بالنظم المختلطة محققاً الاستدامة التكنولوجية.

المناسبة في البنية منذ الخطوات الأولى للتصميم، مقترحة عملية تحليلية شاملة للموقع يأخذ بنظر الاعتبار أهم متطلبات البنية الإيكولوجية في الاستخدام الأمثل للطاقات المتجددة. (Yeang, 1999) وتؤكد التكنولوجيا على استخدام تحليل الحاسوب لتوزيع الإنارة ذا الأبعاد الثلاثة باستخدام الكاميرا الرقمية في قياس توزيع الإنارة على مساحات المشاريع المنجزة، مع دمج وتكامل الضوء الطبيعي في التصميم في مرحلة تخطيط البنية، والتركيز على تكنولوجيا السيطرة كالمظلات المعتمة ومخففات الإضاءة الأوتوماتيكية، ومواد العزل الشفافة، والتوجه نحو عمارة منتجة أكثر مما تحتاج لتعمل، والتزواج بين العمارة والتكنولوجيا لتحسين أدائية البيئة من خلال بعض الطرق كتقنيات التبريد ومعدات التبريد المتحركة والتهوية السقفية والجدار الخارجي الفعال. (Kaiho, 2000)

يحاول التصميم الإيكولوجي التقليل من استخدام الأنظمة الفعالة في تشغيل المبنى والاعتماد على المناخ المحلي بدلاً منها، إذ تقوم الأنظمة التشغيلية بخلق بيئة داخلية تتحقق عن طريق اختيار المواد والأجزاء المشكلة للمبنى وتوازن الطاقة والمواد لإيجاد أشكال أكثر كفاءة. ويمكن تحقيق التصميم الإيكولوجي بإعطاء الأولوية للنظم الذاتية بدلاً من الفعالة، والمعتمدة على العوامل المناخية المحلية للموقع وأقل استهلاكاً للطاقة غير المتجددة والمتحققة عن طريق التنظيم المورفولوجي لشكل المبنى وتكامله مع محيطه، فالنظم الذاتية هي تقنيات خاصة بالتبريد والتدفئة تحقق درجات حرارة مقبولة عن طريق الطاقات الطبيعية. (Kaiho, 2000)

فوائد، ووصف تأثيرها المناخي للأبنية المصممة تبعاً للمقاييس التقليدية. أما نظرية المكونات التكنولوجية وهي نظرية شاملة تضع مجموعة مبادئ يجب الأخذ بها مثل تقليل الأحمال منذ نشأتها، واستخدام الطاقة الطبيعية الأكثر فاعلية باختيار النظام المناسب وتبني أنظمة توفير الطاقة الشاملة واستعادة الحرارة، والاستغلال الأقصى لخط الطاقة الصفري، والاستخدام المناسب للمواد (Matsunawa, 2000). وترتكز النظرية التخفيضية (نظرية النظم) بشكل فاعل على العناصر المناخية عموماً وكفاءة استخدام المصدر بالتحديد، والطريقة التي يُعالج بها المجتمع المشاكل أو الأوضاع المعقدة، وفي محاولة لتجزئتها إلى مجموعة أجزاء أكثر صغراً سهلة الإنقياد تخفض المشكلة إلى وحدات أبسط يُمكن إعادة تجميعها في شكل منطقي (Williamson and et al, 2003).

تكنولوجيا العمارة المستدامة

افتترضت الطروحات ثلاث مبادئ أساسية للعمارة المستدامة هي اقتصادية الموارد ودورة حياة المبنى والتصميم الإنساني. وتمثل اقتصادية الموارد في كلفة البنية ومحتوياتها وكافة مدخلاتها، وأسس الاقتصاد في حفظ الطاقة التي تحتاجها بعد التنفيذ معتمدة على نوع الموقع والقيم البيئية ونوع الطاقة المستخدمة، والحفاظ على المواد المستخدمة في البنية واستعمالها بأقل تأثير سلبي على البيئة. ويمكن لحفظ الطاقة والمياه والمواد أن تحسّن الخصائص المستدامة للعمارة، وتصنف هذه الطرائق إلى طريقة تقليل المدخلات غير الضرورية للبناء،

ويبدو مما سبق بأن الرؤيا العلمية غير كافية عن طبيعة النظم التشغيلية والعلاقة بين النظم الذاتية بالفعّالة لتكنولوجيا العمارة المستدامة، وبذا تم تحديد:

المشكلة البحثية: الحاجة العلمية لمعرفة طبيعة بناء الأنظمة الذاتية والفعّالة لتكنولوجيا العمارة المستدامة. افتراض البحث

تأثر تكنولوجيا العمارة المستدامة بالأنظمة التشغيلية الذاتية والفعّالة. وهدف البحث الكشف عن طبيعة الأنظمة التشغيلية الذاتية والفعّالة لتكنولوجيا العمارة المستدامة. ولتحقيق الهدف سيلجأ البحث إلى الخطوات الآتية:

- ١- تحديد مؤشرات الأنظمة التشغيلية الذاتية والفعّالة لتكنولوجيا العمارة المستدامة.
- ٢- ربط المؤشرات السابقة وتطبيقها على عينات معمارية منتخبة لاستخلاص هدف البحث.

الأطار المفاهيمي

تهدف الفقرة إلى تقديم التوجهات النظرية للاستدامة أولاً، ومفردة تكنولوجيا العمارة المستدامة ثانياً، ومؤشرات النظم التشغيلية ثالثاً.

التوجهات النظرية للاستدامة

تتناول الفقرة استعراضاً ملخصاً لنظرية نيكن سيكي، ونظرية المكونات التكنولوجية، والنظرية التخفيضية. إذ تُعنى نظرية نيكن سيكي برؤية الأبنية الخضراء وبطريقة تفكير الممارين بها وبطبيعة موادها وكيفية تصميمها بهدف إنتاج عمارة مستدامة تتميز بثلاث ميزات هي خلق مساحات جذابة، وجذب

(و) ضوء النهار، إذ يستفاد من تصميم الشبائيك لتوفير الضوء الطبيعي والذي يؤدي إلى حفظ الطاقة الكهربائية، كما تقوم الجدران باكتساب الحرارة نهاراً وإخراجها ليلاً.

(ز) اختيار المواد ذات الطاقة الواطئة.

٢- حفظ المواد: يختلف إنتاج واستهلاك الأبنية للمواد باختلاف البيئة والظروف المحيطة، وهناك طرائق عدة للتقليل من استخدام المواد منها:

(أ) تصنيع المواد المعادة أو المستخدمة مثل الخشب أو الحديد والزجاج، واستخدامها في الأبنية والهياكل الجاهزة مثل الشبائيك والأبواب والطابوق أو استخدامها بصورة كاملة للأبنية الجديدة.

(ب) استعمال المواد التي يمكن إعادة تدويرها أثناء عملية تصميم الأبنية واختيار مواد البناء، والبحث عن طرائق لاستعمال مواد يمكن إعادة تدويرها.

(ج) تقليل حجوم الأبنية، إذ تستهلك الأبنية ذات الحجوم الكبيرة مواداً أكثر، كما إن التقليل من حجوم الأبنية يقلل تعرض مساحاتها السطحية لأشعة الشمس.

٣- حفظ الماء: ويتم من خلال تقليل المدخلات أو المخرجات أو كليهما، وتجمع مياه الأمطار وإعادة استخدامها وتوزيعها على البناية للاستفادة منها، واختيار أنظمة تزويد المياه بالطريقة التي تقلل من الاستهلاك. (Kim, 1998). وأشارت الطروحات إلى إمكانية تفعيل الاستدامة ومن خلال الاستراتيجيات التالية:

(أ) تقليل الأحمال منذ نشأتها.

(ب) استخدام ضوء النهار والتهوية الطبيعية.

وطريقة إدارة المخرجات لكونها تقلل من الملوثات البيئية وذلك بتقليل الموارد الملوثة والقليلة الأهمية للبناية. ويتم إدارة كلا الطريقتين خلال:

١- حفظ الطاقة: لا بد من استخدام مواد ذات تجربة سابقة ومنتقاة من أفضل المناشئ مع التوازن في الكلفة، ويشمل:

(أ) التخطيط الواعي للموقع والطاقة خلال الاستفادة من الموارد الطبيعية في الموقع، مثل مساعدة الأشجار في المناطق الحارة على تكوين الظلال في فصل الصيف وعملها كموانع لتقليل شدة الرياح الباردة في الشتاء.

(ب) التخطيط الواعي للطاقة إذ تحدد ظروف المناخ اتجاه الأبنية وسمك الجدران فمثلاً في المناخ الحار الجاف يجب أن تخصص جدران سميكة وتقليل تعرض المساحة السطحية للشمس، وتهيئة فضاءات واسعة لتسهيل عملية التهوية.

(ج) التبريد والحرارة، إذ يجب أن تكون الأبنية ذات أشكال تزود بالظل صيفاً وتقلل الهواء شتاءً. إذ يمنع التظليل من قبل النباتات أو مانعات الشمس حر الصيف وتقلل الكلفة من وسائل التبريد، كما أن لحركة الهواء أهمية مميزة تتمثل بخفض الحرارة والتأثيرات الصحية.

(د) العزل: إذ تمنع الشبائيك ذات الجودة العالية والجدران العازلة من كسب وفقدان الحرارة، وتقلل من انتقالها.

(هـ) الموارد البديلة للطاقة مثل الأشعة الشمسية والرياح والطاقات الفيزيائية الأخرى.

٢- الطاقة الشمسية - الفوتوفولتية: إذ تستخدم الخلايا الشمسية لتحويل ضوء الشمس المباشر إلى تيار كهربائي مستمر كفوء.

٣- الطاقة الحرارية - الشمسية: وتستخدم الطاقة الشمسية لتدفئة الماء لإنتاج البخار لتحريك التوربينات وغيرها.

٤- طاقة الرياح: وهي أنظمة مجربة ومختبرة، يمكن تحسين أدائها بدمجها في شكل البناء المعماري في كافة أنظمة التدفئة والتبريد والإنارة والطبخ والنقل والأنظمة الصناعية.

٥- الماء: ويعد ذو قيمة ومصدر نادر، وهنالك إستراتيجية محددة هدفها الرئيس تحقيق الكفاءة الذاتية، وتقليل الطلب، وجمع وخرن الماء عبر الأيام والأشهر لضمان توفره على مدار السنة ومعالجة وتوزيع الماء إلى المناطق التي تحتاجه بشكل صحيح، وإعادة تدوير الماء الزائد للاستخدام في دورات المياه أو السقي.

٦- الفضلات: ويمكن تصنيفها إلى أربعة أشكال هي الفضلات الآتية من البشر العضوية رديئة المستوى، والقابلة للإشتعال (الورق، والمواد الخضرية)، والفضلات غير القابلة للإشتعال، والفضلات السامة. ليس بالضرورة أن تتم رؤية الفضلات على أنها شيء سيء يجب التخلص منه وإنما مصدر يجب إعادة تدويره واستخدامه. (Battle and et al, 2001)

مؤشرات الأنظمة التشغيلية

يتوجب على المصمم التوجه لمعرفة الأنظمة التشغيلية والتي تشمل النظام الذاتي لاستخدام الطاقة وإعادة تدويرها، والنظم المتنوعة والتي تمزج بين

(ج) رصف الطاقة الطبيعية في كتل خزنية، يتم استعادتها حسب الحاجة. وتعد هذه النظرية فعّالة بالتحديد في الأبنية الذكية التي تتطلب تبريداً على مدار السنة.

(د) استخدام الطاقة الطبيعية للرياح والشمس لتوليد الكهرباء.

(هـ) جمع مياه الأمطار واستخدامها كمياه خام.

(و) تغطية سطوح الأبنية بالتربة وإنماء النبات عليها لتحسين العزل وتبخير الماء.

(ز) استخدام الطاقة الأكثر فاعلية وبشكل مؤثر من خلال:

(ح) استثمار الطاقة غير المستخدمة، مثل حرارة الأنهر والمياه الملوثة (الثقيلة) باستعمال مضخات الحرارة ومتبادلاتها، وتجنب السيطرة غير المتقنة في ممارسات التشغيل.

(ط) تطوير الأنظمة الخاصة بإدارة الطاقة في الأبنية، وتطوير أنظمة التحقق عن الخطأ لتشخيص الأخطاء التشغيلية، وخرن أي فائض من الطاقة الكهربائية المنتجة في البنية بالطرائق الكهروضوئية أو التوليد المصاحب Co-generation لاستخدامها فيما بعد.

(ي) الاستغلال الأقصى لخط الطاقة الصفري (المعدل الذي لا يتطلب فيه التدفئة والتبريد).

(ك) الاستخدام المناسب للمواد (Matsunawa, 2000). وتشمل بعض مصادر الطاقة في النظم الذاتية المصادر القابلة للتجديد منها:

١- الكتل العضوية: وتشمل النباتات التي تنمى بالتحديد لإنتاج الطاقة (محاصيل الوقود) وكذلك الفضلات العضوية.

والحرارة وكمية التهوية الطبيعية وبكفاءة عالية محققاً التكامل بين الواجهات العمودية للأبنية، والاستخدام الأمثل لمواد البناء (AD, 2001).

وترتبط النظم الذاتية بالمفهوم الإيكولوجي والنظم الفعالة بالتكنولوجيا. وتمثل الإستراتيجيات الإيكولوجية بالنظم والتقنيات البسيطة للتقليل من درجات الحرارة الداخلية باستخدام الطاقات الطبيعية في حقل العمارة عن طريق التوجيه، وحجم البنية، وعدد الأبنية وتشكيلها والتفاصيل الخارجية وطريقة التضليل... إلخ، وإلى تحقيق نظم التبريد الذاتية عن طريق التصميم الذاتي وبطرائق عدة منها:

١- تشكيل الأبنية اعتماداً على المحيط البيئي الموجود عمرانياً أو طبيعياً للاستفادة القصوى من الطاقات الطبيعية.

٢- تصميم الواجهات وتشكيلها وعلاقتها بالمحيط على المستوى العمودي والأفقي مع الفضاءات الحضرية.

٣- السيطرة الشمسية على البنية من خلال منع دخول الإشعاع الشمسي خلال التشكيل الكتلي الفضائي في البيئة الحضرية اعتماداً على علاقة البنية وتوجيهها وتشكيلها نسبة إلى الفضاء الحضري والتحكم بالواجهات من خلال طرق التضليل المستخدمة ونوع الفتحات وحجمها وطريقة تشكيلها ضمن الواجهة، واستخدام أنواع خاصة من الزجاج تتحكم بكمية الإشعاع الشمسي الداخل للحفاظ على الإضاءة الطبيعية، والاستفادة من العناصر الموجودة في الوحدات السكنية التقليدية كالمشاشيل (المشربيات) في السيطرة على حرارة الفضاء الداخلي والإشعاع الشمسي.

الأنظمة الفعالة والذاتية، والنظم الكاملة والتي يكون تأثيرها في البيئة قليلاً، والأنظمة المنتجة التي تولد طاقة ذاتية ضمن حدود الموقع. يخلق استخدام النظم الذاتية بيئة داخلية مريحة تتحقق عن طريق تقليل الحرارة الكثيفة ودخول الإشعاع الشمسي عبر الغلاف الخارجي ومن خلال تقنيات مستخدمة في تصميم الواجهات، والسيطرة الشمسية، ولون غلاف البنية، والحدائق المعلقة، واستخدام الرياح والتهوية الطبيعية، وتقنيات أخرى للأغراض التبريد الذاتي (كالنافورات، أو استثمار باطن الأرض... إلخ) (Yeang, 1999)

وتقسم التكنولوجيا الإيكولوجية إلى ثلاثة أقسام هي:

١- التكنولوجيا الواطئة: وهي التكنولوجيا البسيطة المتبعة في البيئة التقليدية المعتمدة على النظام المناخي.

٢- التكنولوجيا الخفيفة: وهي التكنولوجيا البنائية التي تتميز بأنها أخف وزناً وأحدث من السابقة ولها مرونة عالية ومن خلالها يمكن الحصول على مبنى متكيف ذاتياً.

٣- التكنولوجيا العالية: وهي التكنولوجيا التي تتميز بتكامل التدفئة والتبريد واستخدامات الطاقة والمياه والتهوية ضمن نظام واحد. وتعد من أفضل التكنولوجيا المتاحة لتحقيق مبان ذات أدائية بيئية عالية (Danials, 1998).

ويكامل التصميم الذكي بين التصميم البيئي الذاتي للبنية وشكلها والعمليات التنظيمية لتحقيق إستراتيجيات الاقتصاد، واستخدام النسيج البنائي الذكي عن طريق الواجهات المستجيبة للتحكم الآلي، إذ تقوم بالتحكم بإدخال كمية الإنارة الطبيعية

للعزل الهوائي والحراري والضوئي أو الزجاج الإلكتروني لمنع دخول الضوء المباشر، أما المفردات الإيكولوجية فشملت الاستعارات الشكلية للمبنى ومحاكاة الطبيعة والتوازن الديناميكي ما بين الكتلة والفضاء أو الهندسية والعضوية وبالتالي التحكم بالشكل لتسريع حركة الرياح، وتكامل المبنى مع الطبيعة من خلال زيادة التشجير وتظليل المبنى وخلق مناخ مصغر وإدخال عنصر الماء والطبيعة للمبنى والتوجيه الكفوء مع إمكانية طمر جزء من المبنى تحت مستوى سطح الأرض (النداوي، ٢٠٠٢م).

وتناولت دراسة أخرى المفردات المستدامة الإيكولوجية والتكنولوجية، إذ تمثلت المفردات الإيكولوجية بتضام الكتل البنائية للتقليل من الكسب والفقدان الحراري، والتقليل من المساحة السطحية للشكل، والتقليل من عمق المخطط البنائي، وتشكيل الواجهات بالمستوى العمودي والأفقي لزيادة أدائية المبنى، واعتماد مبدأ الجدار المزدوج والسقف المزدوج لزيادة كفاءة تهوية المبنى والتقليل من الكسب الحراري، واستخدام مواد عاكسة على السطوح الشكلية، اعتماد التوجيه الشكلي الكفوء واستخدام مبدأ التشجير حول المبنى واعتماد النافورات وبرك المياه، وطرر أجزاء من المبنى تحت الأرض. أما النظم التشغيلية التكنولوجية فتمثلت بالتهوية السقفية باعتماد مبدأ السقف المزدوج للتقليل من الكسب الحراري، والجدار الخارجي الفعّال باعتماد النظم الذكية للتقليل والسيطرة على الكسب الشمسي، وكاسرات التظليل المتحركة وتقنيات التبريد بتكامل استخدام تقنيات

٤- لون غلاف البناية، إذ تساعد الألوان الفاتحة المستخدمة في تقليل الحرارة فضلاً عن استخدام المواد التي تحمل خاصية إنعكاسية عالية في المناطق الحضرية الحارة.

٥- الحدائق المعلقة، لتقليل الإشعاعات المنعكسة.

٦- استخدام الرياح والتهوية الطبيعية في التقليل من الحمل الحراري في البناية والبيئة الحضرية للحصول على التهوية الجيدة عن طريق موقع وتوجيه الأبنية ضمن البيئة الحضرية.

٧- اعتماد بعض التقنيات كمساقط وبرك المياه واستثمار باطن الأرض لأغراض التبريد الذاتي. (Givoni, 1969)

وهناك العديد من العوامل التي تساعد على تصميم واختيار الموقع كاستفادة من الرياح في عملية التبريد، وتوفير الأروقة للممرات، واستعمال تراكيب للتضليل وتدوير مياه الأمطار، وتوفير منتجات بنائية مستجيبة للمحافظة على البيئة، واستخدام تقنيات التبخير وضع وسائل التدفق الطبيعي للهواء مثل مساقط وبرك المياه. (Leslie, 1994)

ولخصت إحدى الدراسات المفردات التكنولوجية الفاعلة المتمثلة بالتحكم الآلي بتدفق الهواء وعمليات التهوية، ونظم السيطرة الحاسوبية، وتدوير المياه الجوفية والقنوات المائية، والهوائية تحت الأرض لتبريد المبنى وهيكله، واستخدام التقنيات الحديثة لزيادة أدائية المبنى، واستخدام النظم الذكية ذات المجسات الخاصة لتحديد الظروف البيئية المناسبة للمبنى، وتشكيل الأبنية والكتل لتوليد الطاقة ذاتياً، وتوائم المواد البنائية الطبيعية مع التقنيات المحلية وأنظمة التغطية متعددة الطبقات وذات الأدائية العالية مثل الزجاج المزدوج

وتمثل إدارة النفايات بايقافها، وإعادة تدوير المواد المهتمة، وإعادة استعمال مواد البناء القابلة للتدوير (القابلة للتفكيك أو التكيف لإعادة الاستعمال) (Sam, 2002). وعرفت الطروحات الأنظمة التشغيلية الفعالة للأبنية المتمثلة بتجهيز الماء ومضخات الرش، وأنظمة الصرف والترية، والطاقة الكهربائية، وإدارة المخاطر، والتدفئة، والمساعد وغيرها من أنظمة النقل، والإنارة، والتفريغ الهوائي، والتهوية، والتخلص من الفضلات. ونجد اختلاف النظم الفعالة باختلاف الغرض، منها أنظمة التدفئة والتبريد حسب مصدر الطاقة التي تعمل عليها بالأشعة تحت الحمراء، وأنظمة الماء الحار والبخار، ووحدات التدفئة بالحمل الحراري وأنظمة التدفئة بالاشعاع. فضلاً عن التبريد بالتبخير وبالضغط وبالامتصاص والتجفيف، وتعد أنظمة التبريد والتهوية والتكييف نظام معقد مصمم لإعطاء راحة حرارية ونوعية، وتعدد أنظمة التبريد المباشر خلال أنظمة الهواء-هواء، والهواء-ماء، والماء-ماء. وتعدد أنظمة الإضاءة فمنها بمفاتيح حساسة للحرارة البشرية أو مجسات حساسة لضوء النهار، وإعادة تدوير حرارة الطاقة الناتجة منها. وتبرز إمكانية استثمار الطاقة الكامنة للعمليات الصناعية لتدفئة الماء، واعتماد أنظمة إعادة التوليد من حرارة المشتقة من الينابيع العميقة في الأرض فضلاً عن اعتماد ميكانيكية تحسس لمرشات أتوماتيكية لمياه المطر المتراكم على سطح السقوف لتخفيض الحرارة. وتشمل أنظمة الاتصالات مشاريع الاتصال الداخلي كالحاسوب والمراقبة والأقمار الصناعية والهواتف المنزلية والعامة فضلاً عن أنظمة التلفاز والبرمجة والساعات،

التبريد باستخدام النظم الذاتية واستثمار باطن الأرض مع المواد للتقليل من استخدام الطاقات. وبرزت أهمية متغيرات البناء الشكلي المستدام في بناء مناهج محاكاة الطبيعة من خلال ثلاثة محاور، اهتم المحور الأول بكيفية التعامل الشكلي مع الطبيعة من خلال استعارة الأشكال والنماذج والتراكيب المخروطية والمدورة والأسطوانية والكروية ذات الثبات والإستقرار العالي وميل التكوينات الشكلية للتحرر من الهندسية نحو العضوية والإنسيابية والديناميكية المحققة للتكيف الذاتي، ومحاكاة أشكال المخلوقات الحية ذات الكفاءة الأدائية العالية، واستعارة التشكيلات الطبيعية لإسناد التركيب الإنشائي، وانسجام الشكل والتحامه مع السياق الخارجي وتكامله معه، ومحاكاة الشكل لطوبوغرافية الموقع ومحاولة إذابة الحدود الشكلية مع الطبيعة والتمازج الشكلي ما بين الهندسية والعضوية في الطبيعة، فيما تناول المحور الثاني المعالجات المناخية والمتمثلة بترشيد تعريض البناء الشكلي للإشعاع الشمسي خلال اعتماد أشكال كحدوة الحصان واعتماد التوجه الشكلي الكفوء واعتماد التضام الشكلي، ومبدأ استخدام الفناءات الوسطية في التكوينات الشكلية واعتماد المواد المتوفرة موضعياً وتقليل الحجوم الشكلية للتقليل من التعرض البيئي والمناخي، وأكد المحور الثالث على المفردات التكنولوجية والمتمثلة باستخدام الزجاج الذكي وتقنية النظم الذاتية والنظم الذكية ذات المتحسسات الخاصة فضلاً عن اعتماد التكنولوجيا في صياغة التكوين الشكلي (العكام والباباني، ٢٠٠٨م).

والتحكم وغيرها. ويؤدي اعتماد النظم الذاتية في العمارة بمفردها إلى بناء استدامة إيكولوجية واعتماد النظم الفعّالة إلى بناء استدامة تكنولوجية. أن تباين مستويات التكنولوجيا المستخدمة بالأنظمة التشغيلية والتي تشمل التكنولوجيا الخفيفة أو التي تدعى أحياناً بالباردة والتكنولوجيا المتوسطة ثم العالية التي تشمل التقنيات الرقيقة والذكاء الصناعي وغيرها سيؤدي إلى مدى واسع من تحقيق الكفاءة التشغيلية لوظائف محددة من الأبنية، ووفقاً لدورة حياة المبنى. كما يتبين لدينا ضرورة تكامل تلك النظم لتعظيم الكفاءة التشغيلية أي:

تعظيم النظم التشغيلية المستخدمة = تعظيم (الاستدامة الإيكولوجية + الاستدامة التكنولوجية)
وبذا يمكننا بناء وترميز مؤشرات الأنظمة التشغيلية الذاتية والفعّالة لتكنولوجيا العمارة المستدامة وفقاً لما يلي:

١- المؤشرات الإيكولوجية وتشمل:

- X1: استخدام النظم الطبيعية لأغراض التدفئة كنظام التسخين الأرضي، أو الشمسي، أو الهواء المدفأ بالطاقة الشمسية وإمرارة تحت الأرض المرفوعة.
X2: استخدام المياه وقنواتها لترطيب الهواء وتبريده واعتماد النافورات وبرك المياه والقنوات المائية.
X3: اعتماد التوجيه الكفوء للبناء واعتماد التكوينات الشكلية العضوية المتناغمة مع الطبيعة.
X4: الاستغلال الأقصى لخط الطاقة الصفري باعتماد علاقات تكاملية بين المواد المستخدمة والنظم البيئية والتكنولوجيا وخلق مساحات مرنة.
X5: تقليل استهلاك الطاقة خلال تفعيل العزل واحكام الهواء والحفاظ على الطاقة باستثمار مخزونها.

وأنظمة الاتصالات المكتبية واللاسلكية والأجهزة المرئية والمسموعة. أما أنظمة الصوت منها التقليدية والأنظمة المرتبطة بمحسسات وأدوات الإنذار. وتشمل أنظمة الحماية أنظمة السكن المتعدد وأنظمة حماية الفنادق، وأنظمة الترميز والحماية من الحريق. وأنظمة الخدمات الميكانيكية للمصاعد والسلالم والممرات المتحركة. . (Binggeli, 2003)

بناء الأنموذج الافتراضي

تعددت الأوجه المستدامة في العمارة والتي تمثلت بالوجه التصميمي والبنائي والتشغيلي والهدم والإزالة. كما يتبين لدينا مما سبق أهمية الوجه التشغيلي المستدامة، وضرورة اعتماد إستراتيجية تقليل الطاقة من خلال تقليل الأحمال منذ نشأتها واستخدام الطاقة الأكثر فاعلية والاستغلال الأقصى لخط الطاقة فضلاً عن الاستخدام المناسب للمواد. ونظراً لتداخل القرارات في الوجه التصميمي الإيكولوجي مع التشغيلي لذا يعد الوجه التصميمي القاعدة الأولى لاختيار النظم التشغيلية وخصوصاً الذاتية. لذا فإن الاعتماد على الوجه التصميمي وبتخاذ القرارات الذاتية سيقبل من الاعتماد على الأنظمة التشغيلية الفعّالة وبذا يمكن التوصل إلى أن: كفاءة النظم التشغيلية المستخدمة = كفاءة الاستدامة الإيكولوجية + وكفاءة الاستدامة التكنولوجية

ويتلائم الوجه التصميمي مع الأنظمة التشغيلية الذاتية، كما ان وجود العديد من الأنظمة التشغيلية الفعّالة لا يمكن تحجيم دورها وخصوصاً أنظمة الاتصالات والحواسيب والإدارة الالكترونية والمراقبة

الإجراءات التطبيقية والعملية التحليلية

الإجراءات التطبيقية

تناقش الفقرة الإجراءات والخطوات التي اعتمدها البحث والتمثلة بوصف عينة البحث، وأداة المسح، وقياس العلاقة بين المتغيرات، وانتقاء الوحدة التحليلية والأوجه المسحية وأخيراً معالجة النتائج وتحليلها.

اعتمد البحث أسلوب الدراسة التحليلية الوصفية Descriptive Analytical Method، واعتمدت العينة البحثية على مجموعة من المشاريع الأجنبية والمحلية، إذ تم انتقاء عينة قصدية شملت ١٦ مشروعاً، روعي التباين التصميمي والوظيفي للعينات فضلاً عن التوزيع المكاني والتباين المناخي. إذ أنتخبت إثنا عشر مشروعاً عالمياً وأربعة مشاريع محلية. كما استند البحث إلى استمارة الملاحظة Check List كونها أداة الاختبار. واعتمدت اللقطات التوضيحية المعبرة عن المشاريع بوصفها أساساً للوحدة التحليلية 2D, 3D، وتم انتقاء النصوص المعبرة عنها.

وتضمنت العملية المسحية ثلاثة أوجه إجرائية، الوجه الأول وهدفه تحديد العينة التصميمية والتحليل الوصفي لها بغية التعرف على مفردات تكنولوجيا الأنظمة التشغيلية للعمارة المستدامة. جرى جمع ٣٠ مشروعاً بوصفها مرحلة أولى جرى تقليصها إلى ١٦ مشروعاً تصميماً. أما الوجه الثاني فهدفه قياس مصداقية الاختبار ودرجة ثباته validity and reliability test إذ

- X6: اعتماد نظام الفناء الداخلي والملاقف الهوائية.
- X7: إعادة تدوير واستخدام المياه أو مياه الأمطار وترشيحها وإعادة معاملتها واستخدامها.
- X8: اعتماد المصادر القابلة للتجديد كالكتل العضوية والمحاصيل والفضلات وإعادة تدويرها.
- X9: تقليل الأحمال على البنية خلال استخدام مواد ذات عزل عالي أو عزل سطوح الأبنية خلال تغطيتها بالتربة وإنماء النبات عليها، أو طمر جزء من البنية تحت الأرض، أو تقليل السطوح المعرضة للبيئة الخارجية خلال التضام أو تقليل الحجم.
- X10: تظليل البنية خلال استخدام كاسرات التظليل والستائر والشرفات والأفاريز.
- المؤشرات التكنولوجية وتشمل:
- X11: استخدام تقنية الرفوف الضوئية أو المرايا العاكسة أو الزجاج المزدوج للتحكم بالشمس والإضاءة والحرارة.
- X12: استثمار الحرارة المتولدة من المكائن والأجهزة والمضخات عبر مبادلات حرارية وإمكانية خزنها.
- X13: اعتماد النظم الذكية في الجدران الخارجية للتقليل من الكسب الحراري.
- X14: التحكم الآلي بتدفق انسياب الهواء وعمليات التهوية خلال استخدام تقنية السقف المزدوج أو القناة تحت الأرض لترطيب الهواء.
- X15: اعتماد تقنية تحسس أو توماتيكية لمرشات الماء.
- X16: اعتماد نظم مراقبة وسيطرة ذكية خلال مجسات لتحديد الظروف البيئية الملائمة والتحكم بعمليات التشغيل.

هادئة، وتكييف الهواء بالطاقة الشمسية والطاقة الجيوحرارية، وتدوير المياه وحفظه للاستخدام المحلي، واستخدام السطح بصورة يسمح بانسياب الهواء. واعتمدت ميكانيكية تحسس لمرشات أو توماتيكية لماء المطر المتراكم على سطح السقوف لتخفيض الحرارة، واستخدم الهواء المدفأ بالطاقة الشمسية تحت الأرضية المرفوعة، وإنشاء قناة رياح تحت أرض المجمع تعمل باستخدام المياه الجوفية لتبريد الهواء الخارجي قبل تزويده للغرف. (Ray-Jones, 2000) (الشكل رقم ١).



الشكل رقم (١). متحف بحيرة بيوا ومركز تكنولوجيا البيئة الدولية للمعمار نيكن سيكي.

المصدر (Ray-Jones, 2000).

٢- مشروع Chongqing في الصين، للمعماري Battle and McCarthy، وتمثلت النظم التشغيلية بالطاقة الكهرومائية، وجمع وتكرير ماء المطر، وإدارة وتكرار فعّال للنفايات والطاقة المتجددة، والعزل العالي والتراكيب والخدمات القابلة للاستعمال مرة أخرى، واستعمال المواد المكررة ذات الطاقة الواطئة، ونظام الإدارة والسيطرة الألكترونية. (Battle and McCarthy, 2001, pp.115-120) (الشكل رقم ٢).

أجرى عرض استمارة الاختبار على ٦ من الخبراء لمعرفة مدى تحقق مصداقية المؤشرات، استبعدت بموجب الاختبار عددا من المؤشرات، ولتبقى المؤشرات المتفق أو شبه المتفق عليها وبما يحقق نسبة مئوية بلغت ٨٠٪، كما أجري اختبار الثبات ومن خلال تجربة استطلاعية شملت خمسة طلبه من طلبة الدراسات العليا بمعية الباحث وتم اختيار مشروعين للتحقق من المؤشرات الإيكولوجية والتكنولوجية فيهما، وكرر الاختبار بعد أسبوع بهدف التحقق من درجة ثباته وتم الحصول على توافق مقداره ٧٣٪ مع الباحث. أما الوجه الثالث فههدف إلى إجراء الاختبار الرئيس للمؤشرات المنتخبة ومن ثم تحويل النتائج إلى قيم رقمية. ولمعالجة النتائج تم تفرغ نتائج الاختبار على لوحة رئيسة master sheet وتحويلها إلى لغة رقمية 0.1. واعتمدت طريقة تحليل المتغيرات وتبويبها باعتماد التحليل التائي T. Test باستخدام الحقيبة الإحصائية Spss لسنة ٢٠٠٢م. وسيتم وصف العينة المنتخبة ونظمها التشغيلية:

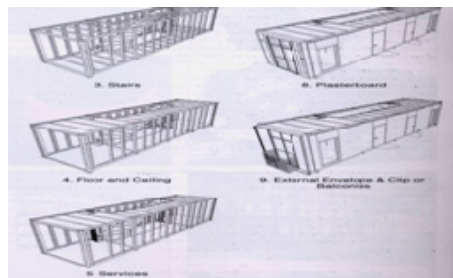
١- متحف بحيرة بيوا ومركز تكنولوجيا البيئة الدولية التابع لبرنامج الأمم المتحدة UNEP، في اليابان، للمعماري نيكن سيكي، حيث اعتمدت النظم التشغيلية نظام إنارة خاص بتتبع أشعة الشمس، وجمع الماء وعزله بالترشيح وإعادة تدويره لعدة أغراض. واستخدمت أفاريز خشبية عميقة وزجاج مزدوج، ونصبت شبكة متعددة للكربون في القسم الأعلى من الإفريز لتعطي عزلاً ممتازاً وتقدم إنارة

خلال محاكاة لحاسوب متقدم وأداء حراري، وإنارة متقدمة، ونظام جيوحراري لاستغلال حرارة الأرض في إعطاء مصدر تدفئة في الشتاء وتشتيت الحرارة صيفاً. واستخدمت الألواح الزجاجية الشفافة في الطابق السفلي للسماح بنفاذية الضوء للممرات. واستخدمت الرفوف الضوئية لعكس الضوء إلى داخل البناية، والسيطرة على دخول الهواء النقي بمجسات. (Edward, 2001, pp.57-58) (الشكل رقم ٤).



الشكل رقم (٤). مشروع قسم التمريض في جامعة نيوكاسل.
المصدر (Edwards, 2001).

٥- مشروع تطوير Lu Zia Sui في الصين، للمعماري Richard Rogers، اعتمد المشروع على إعادة استعمال الحرارة في المستشفيات والبيوت والفنادق والمدارس، وتكرار الفضلات لإنتاج وقود غاز الميثان والأسمدة، وترشيح المياه الثقيلة بواسطة أنظمة طبيعية في الموقع لإعادة استخدامها في الإرواء لمناطق حضرية خضراء، واستخدام النباتات للتقليل من مستويات الضوضاء وتقليل التلوث وامتصاص ثاني أكسيد الكربون وإنتاج الأوكسجين، فضلاً عن استخدام أنموذج للحاسوب لضبط وإنتاج استخدام كفاءة للطاقة. (Richard, 1997, pp.41-54) (الشكل رقم ٥).



الشكل رقم (٢). مشروع Chongqing للمعماري Battle and McCarthy.
المصدر (Battle & McCarthy, 2001).

٣- مشروع عدن في شرق الأمزون، للمعماري Nicholas Grimshaw and Partners، حيث استخدمت رقائق شديدة الشفافية لتأمين أكبر كمية ممكنة من ضوء النهار المرشح لتغذية الحياة النباتية في الداخل، واعتمدت تقنية النمذجة الشمسية لاستفادة الهياكل أكثر من الأشعة الشمسية غير المباشرة، وإعادة تدوير مياه الأمطار لترطيب الهواء، وتحويل المياه الجوفية إلى شبكة لأغراض السقي. (Eyre, 2001, pp. 32-36) (الشكل رقم ٣).



الشكل رقم (٣). مشروع عدن للمعمار Grimshaw & Partners.
المصدر (Edwards, 2001).

٤- مشروع قسم التمريض في جامعة نيوكاسل للمعماري بيتر ستشيرري، حيث استخدمت التهوية من



الشكل رقم (٦). مشروع Charles Sturt University.

المصدر : (Edward, 2001) .

٧- ملعب استراليا في سدني ، للمعماري Bligh Voller Nield . اعتمدت التهوية الناتجة من الهواء المسيطر عليه بالحاسوب ، وجمع مياه الأمطار من السطوح وخزنها للري ، وجمع المياه الثقيلة ومعالجتها وإعادة استخدامها للمرافق الصحية ، واستخدام مولدي احتراق غازي لإنتاج الكهرباء ، وتدفئة الماء لتقليل الطلب على الطاقة من المصدر الرئيس ، والتزود بالطاقة المأخوذة من توربينات الرياح وألواح الطاقة الشمسية. (Edward, 2001, pp.55-57) ، (الشكل رقم ٧).



الشكل رقم (٧). ملعب أستراليا للمعماري Bligh Voller Nield.

المصدر (Edwards, 2001).

٨- المعهد الدولي للدراسات المتقدمة في اليابان ، للمعماري Hisashi Yosano ، حيث استخدمت شرفات



الشكل رقم (٥). مشروع تطوير لوزيا سوي Lu Zia Sui ، للمعماري

.Rogers

المصدر (Rogers, 1997).

٦- مشروع Charles Sturt University في سدني ، للمعماري مارسى ويبستر ، حيث استخدم الخشب المعاد في الهياكل السقفية والفولاذ المموج في السقوف ومظلات الشمس ، والشبابيك الشبيهة بفنارات أو مناور الكنائس لإنارة الفناء الداخلي ، واستخدام ينابيع الضوء من الزجاج العاكس للنفوذ إلى الطوابق السفلية. واستخدام العزل الصوفي الطبيعي للسقوف ، واعتماد الطاقة الشمسية لتدفئة الماء المخزون وتدوير الماء في أنابيب بولي أثيلين الممتدة في الأرض الكونكريتية وفي أخاديد بالسقف ، وتشتيت الحرارة نحو السماء في الليل باستخدام أخاديد الطاقة الشمسية ، واعتماد موجهات حركة الهواء وتضييظها للخروج والدخول مسيطر عليها بالحاسوب ، وبخ الضباب لتبريد البخار غير المباشر وبمجال تبادل جيوحراري ، وجمع الماء بواسطة ممرات مائية إلى برك ترسيب يتم ضخها من قبل طاحونة الهواء إلى أعلى الموقع ، وتنظيف المياه الثقيلة باستخدام أحواض صناعية يتم تفريغها لري أديم الأرض. (Edward, 2001, p60-62) (الشكل رقم ٦).

١٠- مشروع Millennium Tower في طوكيو، للمعماري فوستر وشركاه. أستثمرت الرياح والطاقة الشمسية للتوليد الذاتي، واستخدمت الشرفات والحدايق لتلطيف المكان. (Guldberg & Sammonds, 2001)، (الشكل رقم ١٠).



الشكل رقم (١٠). مشروع Millennium Tower ، للمعماري - Foster and Partners

المصدر (Guldberg & Sammonds, 2001)

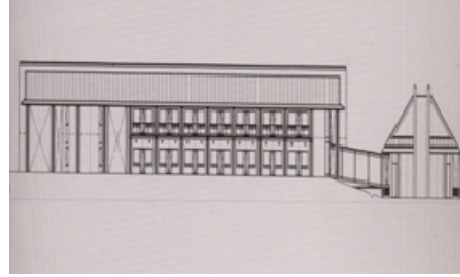
١١- قاعة ككجاواستي Kakegawa City Hall في اليابان، للمعماري Shusaku Naseki، حيث استخدمت حاضنات الزهور والأثاث الكثيفة المحيطة لتجنب اختلاف الحرارة، وجمع ماء المطر من السطح واستخدامه في المرافق الصحية، والتحكم بنوافذ التهوية عن بعد. (Ray-Jones, 2000, p. 48-53) (الشكل رقم ١١).



الشكل رقم (١١). مشروع قاعة كاكاجاواستي في اليابان للمعماري . Shusaku Naseki

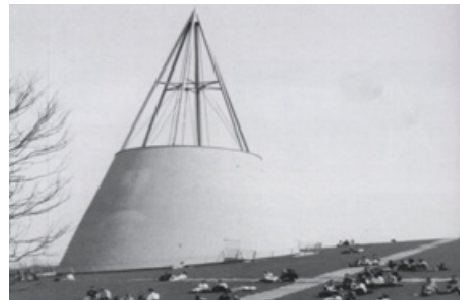
المصدر (Ray-Jones, 2000)

وأفاريز بمحاذاة البناء للتظليل، واعتمدت السقوف المغطاة بلحاء شجرة السرو والأعمدة الخشبية في الشرفات والنوافذ المغلقة، وأرضيات التاتامي والأفاريز العميقة. (Ray Jones, 2000) - (الشكل رقم ٨).



الشكل رقم (٨). مشروع المعهد الدولي للدراسات المتقدمة للمعماري Hisashi Yosano. المصدر (Ray-Jones, 2000)

٩- مشروع مكتبة جامعة دلفت للتكنولوجيا للمعماري Mecqnoo. اعتمدت أنظمة بناء ذكية، وضخ الماء الدافئ في أنابيب عميقة وقت الشتاء، ويضخ بصورة معاكسة صيفا، واستخدمت الواجهات الزجاج المزدوج المقلل من فقدان والإكتساب الحراري. (Bueren, 2001, p81-84) & Boonstre, (الشكل رقم ٩).



الشكل رقم (٩). مشروع Delft University of technology للمعماري Mecqnoo.

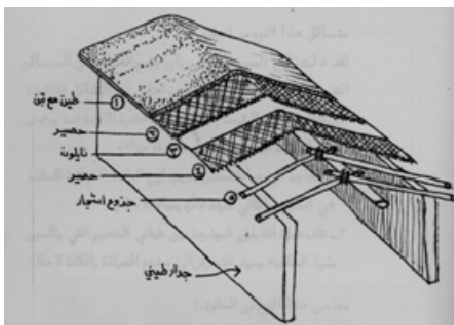
المصدر (Edward, 2001)



الشكل رقم (١٣). نمط السكن المحلي في الأهوار.

المصدر www.grid.unep.ch/proser/maps/westasia/map9b.jpg

١٤- نمط سكن محلي مبني بالطين: اعتمدت النظم التشغيلية على المواد المستخرجة من النباتات كجذوع الأشجار والحصير (البارية)، وتجمع مساكن المستوطنة بشكل متضام ومكثف بالقرب من بعضها، استخدام مادة اللبن لتوفرها ورخص ثمنها ولسعته الحراري، واستخدام خليط الطين والأعشاب ومخلفات القصب والبردي لزيادة تماسك الطين، عند جفافه بتعرضه لأشعة الشمس. (يوسف شريف، ١٩٨٨م، ص ٥١-٤٩). (الشكل رقم ١٤).



الشكل رقم (١٤). نمط السكن المحلي المبني بالطين.

المصدر (يوسف شريف، ١٩٨٨م)

١٢- مشروع مركز زوار الطبيعة Sungei Buloh، في سنغافورا، للمعماري Thomas Wong Kok Who، استخدمت المماشي الخشبية مفتوحة الجانب، وتفرغ مياه الأمطار إلى مساحات خضراء، واستخدمت أحواض الماء النقي على الجانبين. والشرفات المطلة على الطبيعة. (Edwards, 2001, p69). (الشكل رقم ١٢).



الشكل رقم (١٢). مشروع مركز الزوار للطبيعة، للمعماري
Thomas Wang Kok Who

المصدر (Edwards, 2001)

١٣- نمط سكن محلي في الأهوار: اعتمدت النظم التشغيلية على توزيع القرية بشكل وحدات منفصلة للسماح بمرور أكبر كمية من الهواء، واعتمد مبدأ الفناء الخارجي الموجه نحو الشمال والشمال الغربي لإستقبال أكبر كمية من الرياح، واستخدام مشبكات من مادة القصب في الأبنية بأسلوب محاك، وخلط القصب مع الطين في الجدران والسقوف، والتخلص من مشكلة الرطوبة بوجود بعض الأحزمة من القصب باتجاه الرياح كمصدات للرياح. (يوسف شريف، ١٩٨٢م) (الشكل رقم ١٣).



الشكل رقم (١٦). نمط سكني محلي جبلي في السليمانية.
المصدر (يوسف شريف، ١٩٨٨م)

المرحلة التحليلية

تتناول الفقرة كلاً من أسس التحليل ومحدداته والعملية التحليلية.

أسس التحليل ومحدداته

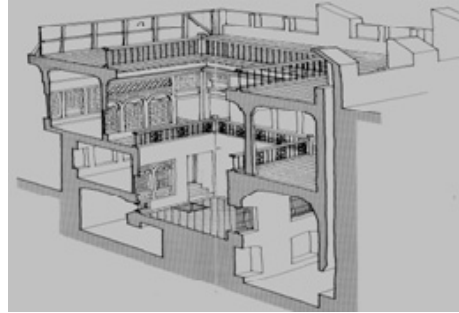
يهدف التحليل التائي T-Test إلى استكشاف مؤشرات النظم الذاتية الإيكولوجية والتكنولوجية الفاعلة كل على حده ثم فاعلية المؤشرات الخاصة بالنظم الذاتية عموماً. أما محددات التحليل التائي فقد تم اعتماد المؤشرات الناجحة ذات القيمة المعنوية 0.05 فأقل، وتحديد قيمة المؤشرات الفاعلة التي مقدارها يتراوح بين 0.01-0.04 والفاعلة جداً مقدارها 0.01 فأقل والمتوسطة مقدارها يتراوح بين 0.04-0.05.

العملية التحليلية

١- مؤشرات النظم الذاتية الإيكولوجية حيث أشارت النتائج إلى أن:

X1=.00, x2=.007, x3=.103, x4=.027, x5=.027,
x6=.027, x7=.00, x8=.002, x9=.103, x10=.001

١٥- نمط السكن المحلي التقليدي: اعتمد الفناء الوسطي للحفاظ على حركة الهواء، واستخدم الآجر كمادة بنائية محلية، وأساليب التظليل الشمسي للنوافذ الأفقية، والتصاق البيت بثلاث جهات مع البيوت المجاورة (التضام)، واستخدمت الملاقف الهوائية، واعتمدت الشبائيك المصنوعة من الخشب والزجاج الملون ذات الزخارف للتحكم بتأثير الأشعة الشمسية، فضلاً عن استخدام مشبك خشبي متحرك للحماية من الإشعاع الشمسي وتحقيق الخصوصية. (Warren and Fethi, 1982)، (الشكل رقم ١٥).



الشكل رقم (١٥). نمط السكن المحلي التقليدي.

المصدر (Warren and Ihsan Fathi, 1982)

١٦- نمط سكن محلي جبلي: استخدم الزجاج الملون، والأشجار لزيادة رطوبة الجو، واعتماد فناء وسطي تتوسطه حديقة صغيرة، وطارمة مسقفة. (يوسف شريف، ١٩٨٢م)، (الشكل رقم ١٦).

ويبدو ضعف المؤشرات نتيجة لفصلها في التحليل عن النظم الإيكولوجية.

أما نتائج التحليل الخاصة بالأنظمة التشغيلية الذاتية فكانت المؤشرات الفاعلة هي استخدام النظم الطبيعية لأغراض التدفئة كنظام التسخين الأرضي، أو الشمسي أو الهواء المدفأ بالطاقة الشمسية وإمراره تحت الأرض المرفوعة واستخدام قنوات المياه لترطيب الهواء وتبريده واعتماد النافورات وبرك المياه والقنوات المائية، وإعادة تدوير واستخدام المياه أو الأمطار وترشيحها وإعادة معاملتها واستخدامها، وتظليل الأبنية خلال استخدام كاسرات التظليل والستائر والشرفات والأفاريز، واعتماد المصادر القابلة للتجديد كالكتل العضوية والمحاصيل والفضلات وإعادة تدويرها، واستخدام تقنية الرفوف الضوئية أو المرايا العاكسة أو الزجاج المزدوج للتحكم بالشمس والإضاءة والحرارة.

الاستنتاجات

١- فاعلية العلاقات الرابطة بين المؤشرات الإيكولوجية والتكنولوجية المستدامة في بناء نظام تشغيلي كفوء.

٢- فاعلية القرارات المعتمدة في بناء نظام تشغيلي إيكولوجي والمتمثلة باستخدام النظم الطبيعية لأغراض التدفئة، واستخدام المياه وقنواتها لترطيب الهواء وتبريده، وإعادة تدوير واستخدام المياه أو مياه الأمطار، فضلاً عن تظليل الأبنية خلال استخدام كاسرات التظليل والستائر والشرفات والأفاريز.

٢- المؤشرات التكنولوجية المستدامة حيث أشارت

النتائج إلى أن:

$X_{11}=0.428, x_{12}=0.007, x_{13}=0.301, x_{14}=1.0, x_{15}=1.0, x_{16}=0.143$

٣- مؤشرات الأنظمة التشغيلية الشاملة حيث

أشارت النتائج إلى أن:

$X_1=0.00, x_2=0.006, x_3=0.095, x_4=0.025, x_5=0.025, x_6=0.025, x_7=0.00, x_8=0.002, x_9=0.095, x_{10}=0.001, x_{11}=0.006, x_{12}=0.369, x_{13}=0.095, x_{14}=0.025, x_{15}=0.025, x_{16}=0.002$

النتائج والاستنتاجات

النتائج

أظهرت نتائج التحليل الأهمية الفاعلة لمؤشرات الأنظمة التشغيلية الخاصة بالنظم الذاتية الإيكولوجية والمتمثلة باستخدام النظم الطبيعية لأغراض التدفئة كنظام التسخين الأرضي، أو الشمسي، أو الهواء المدفأ بالطاقة الشمسية وإمراره تحت الأرض المرفوعة، واستخدام قنوات المياه لترطيب الهواء وتبريده، واعتماد النافورات وبرك المياه والقنوات المائية، واعتماد المصادر القابلة للتجديد كالكتل العضوية والمحاصيل والفضلات وإعادة تدويرها. وإعادة تدوير واستخدام مياه الأمطار وترشيحها وإعادة معاملتها واستخدامها، وتظليل الأبنية خلال استخدام كاسرات التظليل والستائر والشرفات والأفاريز.

وأوضحت نتائج التحليل الخاصة بالمؤشرات التكنولوجية المستدامة بأن غالبية المؤشرات ضعيفة عدا مؤشر استثمار الحرارة المتولدة من المكائن والأجهزة والمضخات عبر مبادلات حرارية وإمكانية خزنها،

غلاف المبنى والحدائق المعلقة والرياح والتهوية الطبيعية والتظليل من خلال الشرفات ومظلات النوافذ واستخدام أنظمة التبريد التبخيري، واستخدام ينابيع الضوء مع إضاءة السماء والأنابيب الضوئية والمراقبات السقفية. وإعادة التدوير وإدارة المياه والفضلات واستخدام الطاقات الطبيعية.

التوصيات

١- تبني اعتماد معالجات الأنظمة التشغيلية وخصوصاً الذاتية المحلية وبصيغ علمية جديدة تتماشى مع التكنولوجيا وروح العصر.

٢- اعتماد الدراسة الحالية على الصعيد التطبيقي ومن خلال استثمار مفردات الأنظمة التشغيلية لتكنولوجيا الاستدامة بوصفها إستراتيجية تصميمية جديدة بغية إغناء تجارب وخبرات العملية التصميمية ونتائجها.

٣- تشخيص الأخطاء التشغيلية وتطوير أنظمة المحاكاة للتحقق عن الخطأ أثناء العملية التصميمية.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

العكام، أكرم جاسم محمد، والبجاري، أحمد لؤي أحمد، أثر التكنولوجيا الرقمية في التشكلات الأيكولوجية والبايولوجية في العمارة المحلية، مجلة الامارات للبحوث الهندسية، كلية الهندسة، جامعة الامارات العربية المتحدة، العدد ١، المجلد ٢٠١٠، م١٥، ص ص ١-١١.

٣- اعتماد كفاءة النظم التشغيلية المستدامة على تعظيم النظم التشغيلية الأيكولوجية وتحجيم التكنولوجيا، أي تعظيم النظم الذاتية وتحجيم الفعالة، ومن خلال تقليل المتطلبات والاستهلاك، فضلاً عن أهمية اعتماد تقنية كلفة دورة الحياة لتخمين الأداء الاقتصادي للنظم التشغيلية.

٤- أهمية تلازم النظم التشغيلية الذاتية والفعالة في العمارة المستدامة، وأولوية النظم الفعالة والذاتية على النظم الكاملة والمنتجة والذاتية في تحقيق الاستدامة التكنولوجية، وأولوية النظم الذاتية في تحقيق استدامة إيكولوجية.

٥- أهمية اعتماد أكثر من إستراتيجية لتقليل الطاقة من خلال تقليل الأحمال منذ نشأتها، واستخدام الطاقة الأكثر فاعلية، والاستغلال الأقصى لخط الطاقة، فضلاً عن الاستخدام المناسب للمواد. وأهمية ملازمة النظرية التخفيضية ونظرية الكونات التكنولوجية في خلق نظام تشغيلي كفوء، ومن خلال استخدام الطاقة الأكثر فاعلية وخرن الطاقة الفائضة وزيادة درجة أشغال الأبنية.

٦- عدم كفاءة المؤشرات التكنولوجية في بناء نظام تشغيلي كفوء وبصورة مستقلة عن النظام الإيكولوجي.

٧- اعتماد إستراتيجيات النظم الفعالة عموماً على تكنولوجيا الذكاء الصناعي وتقنيات المراقبة والتحكم والسيطرة والاتصال، واعتماد إستراتيجيات النظم الذاتية على تشكيل الأبنية وتوجيهها وتصميم الواجهات والإنارة الطبيعية والسيطرة الشمسية ولون

- Edwards, Brian**, "Green Architecture", Architectural Design, Vol 17, N0 4, July, 2001.
- Givoni, B.**, "Man Climate and Architecture", Elsevier publishing company Limited, 1969. pp64-127.
- Guldborg & Sammonds, Helene and Peter**, "Design Tokenism and Global Warming", Article in "Sustaining Architecture in The Anti-Machine Age", edited by Ian Abley and James Heart field, Wiley Academy, 2001.
- Kaiho, Koichi**, "Quantitative Evaluation Techniques in the Analysis of Natural Light", Article in "Sustainable Architecture in Japan: The Green Buildings of Nikken Sekkei", Edited by Ray-Jones, Anna, USA. pp.172-174. 2000.
- Kim, Jong Jin**, "Introduction to sustainable design", Kim-Research, December. 1998. pp. 9-17.
- Leslie, T.** "Green Building Hand book: Guide to Building products and their Impact on the Environment" London, 1994. pp.1-10.
- Matsunawa, Katashi**. "The Nikken Sekkei Approach to Green Buildings." Article in "Sustainable Architecture in Japan", Edited by Ray-Jones, Wiley Academy, New York, 2000. pp. 20-34.
- Ray-Jones, Anna**, "Sustainable Architecture in Japan The Green Buildings of Nikken Sekkei ", Introduction by Eiji Maki & William A. McDonough, USA 2000.
- Rogers, G.** "Cities for a small planet" edited by Philip Gumuchdjiam, Faber and Faber limited, 1997. pp.23-28.
- Sam, Cu, Hum**, Sustainable Architecture, (<http://www.arch.hku.hk/research/BEER/sustain.htm#2.4>), 2002. pp.12-206.
- Sudjic, D.** "The Architecture of Richard Rogers" Harry N. Abrams, Incorporated, New York, 1995. p84.
- Warrn, John & Fathi, Ihsan** "Traditional Houses in Baghdad", The Coach Publication House Limited Horsham, England, 1982.
- Williamson, Terry & Antony, Helen**, "Understanding Sustainable Architecture", Spon Press, London and New York, 2003. pp. 82-84.
- www.greatbuildings.com/architects/norman-foster.html/1999.
- Yeang, K.** "The Green Designing Skyscraper: The Basis for Designing sustainable Intensive Buildings", Pestle, Munich, 47 Y3, 1999. pp8-201.
- www.grid.unep.ch/proser/maps/westasia/map9b.jpg

- العكام، أكرم جاسم محمد، والباباني، سامال عثمان سعيد، " دور مناهج محاكاة الطبيعة على استراتيجيات البناء الشكلي المستدام"، مجلة الامارات للبحوث الهندسية، كلية الهندسة، جامعة الامارات العربية المتحدة، العدد ٣، المجلد ١٣، ٢٠٠٨م، ص ص ١-١١.
- الديواني، هالة شمسي محمد، الحلول التقنية في تحقيق عمارة مستدامة في المناخ الحار الجاف، رسالة ماجستير مقدمة إلى مجلس كلية الهندسة - جامعة بغداد، الملخص، ٢٠٠٨م.
- النداوي، تمارا، رسالة ماجستير، "ظاهرة الايكولوجيا والاستدامة في العمارة"، جامعة بغداد، الملخص. ٢٠٠٢م.
- يوسف شريف، "تاريخ فن العمارة العراقية في مختلف العصور"، بغداد، ١٩٨٢م. ص ص ٤٩-٦٣.

ثانياً: المراجع الأجنبية

- AD, Architectural Design**, "Green Architecture" edit by Brian Edwards, Wiley Academy, May, 2001. pp.32-36.
- Battle and McCarthy, Guy & Christopher**, "Sustainable Ecosystems and the built environment", Wiley-Academy, 2001. pp.73-94.
- Binggeli, Conrky A. S. I. D.** "Building systems for interior designers" John Wiley & sons, INC. 2003.p167.
- Cole, R.**, "Linking and prioritizing Environment Criteria, Proceedings", Task Group 8, International Research Workshop, Toronto, Canada, School of Architecture University of B.C., 1995.p40.
- Danials, K.** "Low-Tech, Light-Tech, High-Tech: Building in the Information Age", Birkhauser Publisher, Switzerland, 1998. pp. 57-65.

The Role of Passive and Active Operational Systems on Technology of Sustainable Architecture

Akram Jasim Al Akkam and Nada Abdul Ameer Kareem *

*Associate professor, Department of architecture, Applied Science University, Jordan.
drakramalakam@yahoo.com*

** Assistant lecturer, Dept. of architecture, University of Babylon, Iraq*

Received 10/5/1431H; accepted 13/11/1432H

Keywords: Sustainability, Operational systems, Passive system, Active system, Architecture technology.

Abstract. Many literatures have addressed the concepts of sustainability in the architectural environment, yet they were distinct by being unclear and generality. Hence, the goal of the research is to explore the nature of structuring the passive and active operational system of the sustainable architecture technology. It hypothesized that the sustainable architecture technology is influenced by the passive and active operational systems. The research was based on descriptive analytical method. (16) Projects were selected, the operational systems indicators included (16) variables. Horizontal, vertical and three dimensional plans were adopted as analytical units, T-test was used, and to analyze the data through the Statistic Pouch (SPSS). The results demonstrated the activity of the ecological indicators which are represented by using natural systems for heating such as earth heat, solar heat, and the air heated by sun by passing it under raised ground. It also confirmed recycling rainwater, filtering it, retreating it, and using it, the shading of the building by using shadow breakers, curtains, balconies and shelves and using renewable sources like organic masses, crops and wastes by recycling them. The conclusions revealed the correlation between the passive and active operational systems in the sustainable architecture, and the efficiency of technology and ecology and their association in achieving the sustainable architecture. They also referred to the importance of adopting of one or more of the strategies to reduce energy by lowering the loads starting from construction point, using more effective energy sources, optimum use of energy cycle and suitable using of materials.