

محاكاة الطبيعة كأداة وتكنولوجيا لتحقيق عمارة مستدامة

ا.د/ محمد عمار المجدوبي ، م. أمجد علي جريد
استاذ بجامعة صبراتة، ليبيا
قسم العمارة، الاكاديمية الليبية للدراسات العليا، طرابلس، ليبيا
magdubi63m@gmail.com
jamjed@gmail.com

المستخلص

علم وتكنولوجيا محاكاة الطبيعة (Biomimicry) هو تناغم بين فروع العلوم التطبيقية والعلوم الهندسية الصناعية وعلم الأحياء بشكل خاص لأنه تطبيق مباشر له على أرض الواقع؛ فالمفهوم الاصطلاحي يعني التكرار للعديد من العمليات والظواهر الحيوية الموجودة في الطبيعة ضمن إطار فلسفي علمي يعكس كيف أن الطبيعة هي تطبيق مباشر للكثير من العلوم التطبيقية والصناعية وتقدمها وتمثلت مشكلة البحث ان علماء البيئة والمناخ اطلقوا انذارات تحذر من دمار الطبيعة والإضرار بها، ودفعوا بالباحثين في مجال العمارة والإنشاءات الى ايجاد حلول مستدامة تحافظ على البيئة وعلى الموارد الطبيعية قدر المستطاع؛ فهذه الورقة ستلقي الضوء على بعض جوانب البيئة ومحاولة تقليدها في العمارة والاستفادة من صفاتها الطبيعية وتطويرها لإيجاد عمارة مستدامة تحافظ على البيئة المحيطة. وتكمن اهمية البحث في امكانية محاكاة صفات بعض النباتات والكائنات الحية والطبيعة في تصاميم مباني وفراغات توفر الراحة المناخية مع المحافظة على البيئة وتغطية الكثير من احتياجاتها للطاقة. وجاء هذا البحث لتحقيق اهدافه المتمثلة في الاطلاع على اهم التصاميم التي تمت وفق المحددات البيئية وبحلول مستوحاة من النباتات والحيوانات والطبيعة وتم تطويرها لخدمة الفراغ وراحة مستخدميه.

إمكانية نقل الخصائص الموجودة في الكائنات الحية ، والاستفادة من اتجاه المحاكاة للطبيعة (Biomimicry) كأداة وتكنولوجيا لتحقيق عمارة مستدامة

وكان لاختيار الموضوع عدة اسباب منها قلة الابحاث والدراسات واهمية متابعة تكنولوجيا وتطورات هذا المجال وأثره على الابداع المعماري المستدام.

ولكتابة هذه الورقة اعتمد البحث اساساً على المنهج الوصفي التحليلي بناءً على ما تم الحصول عليه من معلومات ومراجع منشورة بشكل او بآخر عن الموضوع، من مقالات ودراسات صغيرة وأمثلة عن المباني والتخطيط العمراني العالميين.

المقدمة

إن تأثير انماط حياتنا الحالية في البيئة تقودنا الى حالة مأساوية من التغيرات المناخية الكبرى فضلا عن استنزاف الموارد الطبيعية للأرض والسبيل لمعالجة هذه الحالة هو اما الحفاظ على موارد الطبيعة أو محاكاة الطبيعية لما توفره من حلول على صعيد البيئة والطاقة والتي هي مستدامة بطبيعتها ويسعى المهتمون في مجالي العمارة والبيئة دائماً محاولة الوصول للحلول العملية الناجحة وتحقيق تصاميم معمارية تضمن سلامة البيئة والمحيط وتحقيق مفهوم الأستدامة وللحفاظة على الموارد للأجيال القادمة .

وقد كان أسلوب وأتجاه تقليد الطبيعة واعداً في مجال تحقيق الأستدامة وقد كان أثر نجاح تطبيقاتها في مجال الصناعة قد أفسح المجال وبقوة أمام تطبيقها في مجال العمارة .

عملية تقليد الطبيعة او محاكاتها في العمارة التي تعرف باسم (Biomimicry in Architecture) أو التصاميم المستوحاة بيولوجيا تنطوي على ايجاد حلول لمشاكل تصميمية عن طريق محاكاة العالم الطبيعي

ويتم ذلك من خلال عمليات تقليد للأشكال الموجودة بالطبيعة ووظائفها ونظمها البيئية على نحو يواجه تحديات التصميم باستدامة وفعالية أكثر.

وأن الأهتمام المتزايد من المعماريين نحو فهم واستيعاب الإستكشافات العلمية في علم الأحياء والكائنات ومعرفة كيفية تعايشها معاً في بيئتها وضمن محيطها وتأقلمها وفي كيفية حصولها على الغذاء والهواء والطاقة وكذلك سلوكياتها داخل تلك البيئة وكذلك معرفة بنيتها البنائية ونموها له أثره في عملية التقليد والأستلهام منها في طرح الأفكار والحلول لمشاكل الأنسان وفي إيجاد الطريقة الصحيحة للحفاظ على البيئة والموارد ولتحقيق الأستدامة .

مشكلة البحث:

اطلق علماء البيئة والمناخ انذارات تحذر من دمار الطبيعة والإضرار بها، ودفخوا بالباحثين في مجال العمارة والإنشاءات وغيرهم الى ايجاد حلول مستدامة تحافظ على البيئة وعلى الموارد الطبيعية قدر المستطاع؛ وحيث ان العمارة المقردة للطبيعة يمكن لها مجارة ذلك بمحاكاة صفات المخلوقات الحية (التأقلم مع المحيط) واستنباط أشكالها وهياكلها، وفي بعض الاحيان موادها ومكوناتها، فهذه الورقة ستلقي الضوء على بعض جوانب البيئة ومحاولة تقليدها في العمارة والاستفادة من صفاتها الطبيعية وتطويرها لإيجاد عمارة مستدامة تحافظ على الطبيعة وتلائم البيئة المحيطة.

أهمية البحث:

تكمّن اهمية البحث في امكانية محاكاة صفات بعض النباتات والكائنات الحية والطبيعة في تصاميم مباني وفراغات توفر الراحة المناخية مع المحافظة على البيئة وتغطية الكثير من احتياجاتها للطاقة.

أهداف البحث:

1. الاطلاع على اهم التصاميم التي تمت وفق المحددات البيئية وبحلول مستوحاة من النباتات والحيوانات والطبيعة وتم تطويعها لخدمة الفراغ وراحة مستخدميه.
2. إمكانية نقل الخصائص الموجودة في الكائنات الحية في مجال العمارة والعمارة الداخلية، والاستفادة من اتجاه المحاكاة للطبيعة (Biomimicry) كأداة وتكنولوجيا لتحقيق عمارة مستدامة، والتوصل إلى فكر تصميمي مبتكر يحقق بيئة متوازنة.

أسباب اختيار الموضوع:

1. قلة الابحاث والدراسات المتعلقة بهذا الشأن باللغة العربية.
2. ارتباط الموضوع بالعديد من العلوم التطبيقية والإنسانية والدعوة للتفكير خارج الصندوق.
3. اهمية متابعة تكنولوجيا وتطورات هذا المجال وأثره على الابداع المعماري المستدام.

تساؤلات البحث:

- هل ستكون المحاكاة بالعمارة نظرية جديدة، وكيف سنتخيل واجهات المباني طبقاً لهذه النظرية؟
- هل ستؤثر المحاكاة كأداة على المعايير التصميمية للعمارة؟

منهجية البحث

تم الاعتماد في إجراءات وتحقيق هذا البحث على كل من المنهج الوصفي الإستنباطي والمنهج التحليلي حيث يقيد ويرشد المنهج الوصفي الاستنباطي الإجراءات الخاصة بتحديد حدود المصطلحات والتعريفات المستخدمة بالبحث وكذلك في إجراءات المتعلقة بالأدبيات ذات الصلة ،والمنهج التحليلي في إجراءات التحليل والخاصة بالدراسات ذات الصلة والوصول إلي نتائج و التوصيات الخاصة بالتصميمات موضوع البحث والتحقق من صحة الفرضية والإجابة عن أسئلة البحث وتحقيق اهدافه .

مصطلحات البحث

- **مفهوم الإستدامة:** هو الحفاظ على شئ ما وإمداده بأسباب الحياة والإستمرارية (فليب ساتون) .
والأستدامة كلمة ذات أصول لاتينية تعني الإسناد من الأسفل وبمعني أن المجتمع يسند من الأسفل عن طريق ساكنيه في الوقت الحالي والمستقبلي حسب المفهوم .
وتعني الأستدامة تكامل الأنظمة الطبيعية مع الأنماط الأنسانية الناتجة لإعطاء الإستمرارية والتفرد لصنع المكان (كاتز 1994 م) . [1]

- **إستراتيجيات الإستدامة في التصميم:** تبحث الأستدامة في التصميم دراسة الكل بدلاً عن الأجزاء التي تكون النظام البيئي وعناصره إذ يؤكد مفهوم الإستدامة على العلاقات عوضاً عن الأجزاء المكونة للبيئة والتي تجمع بين التجمعات الطبيعة والإنسانية وبين الإستدامة والثقافة وتشمل اربع محاور هي :
محاكاة الطبيعة في التصميم - التنوع في العمليات التصميمية - المحافظة على وجهة النظر الشمولية في العملية التصميمية - إستعمال النظم الذاتية في عمليات التكيف الذاتي. [1]

• **التصميم المستدام:** هو إيجاد إدارة بيئية صحية تعتمد على كفاءة استخدام المواد واحترام المبادئ المؤدية إلى تجانس مع البيئة فالمباني المصممة بأسلوب مستدام تهدف إلى خفض أثارها السلبية على البيئة من خلال كفاءة استخدام الطاقة والموارد . [1]

• **النظام البيئي:** هو علم دراسة الأحياء في مواطنها الطبيعية وقد عرفها عالم الحيوان الألماني (إرنست هيكيل سنة 1866 م) بأنها علم دراسة العلاقة بين الأحياء ومحيطهم الخارجي ويعنى بدراسة التفاعلات بين الكائنات الحية ومحيطها . [1]

• **المحاكاة:** هي عملية تقليد لأداة حقيقية أو عملية فيزيائية أو حيوية وتحاول المحاكاة أن تمثل وتقدم الصفات المميزة لسلوك نظام مجرد أو فيزيائي بواسطة سلوك نظام آخر يحاكي الأول وهي المحاولة لإعادة عملية ما في ظروف أصطناعية وأفتراضية مشابهة إلى حد ما للظروف الطبيعية وبحيث تكون معتمدة وموثوقة النتائج . [3]

تهدف المحاكاة إلى دراسة وبناء نماذج و أو برمجيات لتقليد نظام حقيقي قائم أو مزعم إنشائه وذلك بهدف دراسة النتائج المتوقعة ولتطويره ولتشبيت التوصيات حوله ، وطرق المحاكاة تتم بي :

▪ بناء نموذج : يتم بناء نموذج يكون نسخة مطابقة غالبا بحجم أصغر ويتم تنفيذ الاختبارات على النموذج ودراسة النتائج والتوصيات .

▪ المحاكاة الحاسوبية : من الطرق المستخدمة أيضا المحاكاة باستخدام الحاسوب حيث يتم استخدام برنامج للشيء المراد فحصه يوافق مواصفاته في الواقع ثم يوضع هذا البرنامج ضمن ظروف برمجية

مشابهة للواقع وفي النهاية ينظر إلى النتائج وتستخدم المحاكاه لتجربة أمور نظرية من الصعب تطبيقها في الواقع .

• **محاكاة الطبيعة:** إن عملية محاكاة الطبيعة هي عملية ذات اتجاهين :

- الأول يبدأ بإجراء العديد من البحوث البيولوجية العلمية حول خصائص أو سلوكيات معينة في كائن حي أو نظام بيئي ثم تحديد مجالات وإمكانيات أستغلالها وتطبيقها في صورة أفكار تصميمية.
- الثاني يبدأ بتحديد احتياجات أو مشكلة تصميمية ثم محاولة البحث عن حلول لها من خلال مراقبة ورصد الكائنات الحية والنظم البيئية مع الأستعانة بالبحوث والدراسات البيولوجية السابقة والمعلومات المتوفرة وغالباً ما يفتقر المصمم في هذه الحالة إلى الفهم العلمي المتعمق في وصوله إلى إمكانية محاكاة الطبيعة . [3]

• **الإستلهام:** هو أستلهام الأشكال التي توحى تكويناتها الظاهرة بصورة مباشرة أو غير مباشرة بأنها تشبه إحدى الكائنات الطبيعية من حيوانات ونباتات أوالعناصر الطبيعية من المكونات الغير حية وهو العلم الذي يبحث عن حل المشكلات التصميمية من خلال النظر إلى الطبيعة والتعلم منها كمثال يحتدى به (أميمة قاسم ، 2002 م)

ونظرية الإستلهام العضوي هو علم (Bionics) وهو العلم الذي يدرس الأسس التي تقوم عليها النظم والعمليات في الطبيعة وإستخدام هذه الأسس في التصميم لتلبية الإحتياجات الإنسانية ، ويجمع بين علم الأحياء (Biology) والتقنية (Technology) ، والبحث عن حل لمشاكل التصميم من خلال النظر إلى الطبيعة ” (بدوي ، 1992 م). [2]

• **بيوميمكري (Biomimicry):** كمصطلح ظهر في وقت مبكر من عام 1982 م وقد شاع استخدامه من قبل عالمة والمؤلفة (جانين بنيوس Janine Benyus) في كتابها عام 1997 م والـ بيوميمكري وتعني تقليد الحياة وهي تفضي إلى الأبتكار المستوحاة من الطبيعة .

إلا أنه بدأ مع العالم الأمريكي البيوفيزيائي "أوتو شميت" في خمسينيات القرن الماضي وفي تلك الحقبة استعمل عالم آخر "جاك ستيل" مصطلحاً مغايراً لذات الفكرة المهندس المحاكي وهذه الصفة تُطلق اليوم على كل مهندسٍ يطوّر مُنتجاً وفق هذه النظرة (bio+electronic) . [3]

• تاريخ محاكاة الطبيعة:

على الرغم من ان محاكاة الطبيعة بواسطة الأجهزة والأنظمة ظهرت منذ عشرات السنين لكن منذ مئات السنين كان الإنسان يراقب الطبيعة ومنظوماتها والحيوان والنبات ولذلك يمكن سماع العديد من الأساطير وقصص التاريخ التي تعتمد على محاكاة الطبيعة من أول دراسات محاكاة الطبيعة هي دراسة على الطيور ليتمكن البشر من الطيران فالأخوة "رايت" اللذان اخترعا أول أثقل طائرة في الهواء استعانوا بالحمام الزاجل، وفي عام 1960 م طور "جاك ستيل" مصطلح جديد وهو "البيولوجيا الالكترونية" بحيث يعرف هذا الموضوع كعلم مستوحى من أنظمة طبيعية .

وفي عام 1974 اصبح مصطلح محاكاة الطبيعة (Biomimicry) في قاموس " ويبستر " .

في عام 1997 مصطلح الـ (Biomimicry) اصبح مصطلح علمي متداول بشكل أكبر بعد صدور أول كتاب يختص ويغوص في هذا العلم وكان تحت مسمى (Innovation Inspired by Nature) ويعني

الابتكارات المستوحاة من الطبيعة للعالمة والكاتبة الأمريكية " جانين بنيوس " . [4]

مستويات محاكاة الطبيعة

يتم عادةً محاكاة الطبيعة أثناء الممارسة المعمارية في ثلاث مستويات وهي :

1. **مستوى تقليد الشكل** والذي يؤدي الوظيفة المطلوبة وهذا المستوى يقلد الشكل الظاهري على أن

يضمن هذا الشكل كل الخصائص الفيزيائية ويكسب المبني المصمم الحلول بتلك التركيبية البنائية

وعادة هذا المستوى يكون ضمن حدود الفلسفة الرمزية والدلالية ويكون محدودا على مستوى الأداء .

2. **مستوى تقليد النظم البنوية** وفي كيفية الأنشاء والتركيب البنائي للكتل المكونة وعادةً يكون تقليدياً

لعملية طبيعية وكيفية تشكيل ذلك التصميم .

3. **مستوى تقليد النظم والأنظمة البنوية الطبيعية** وهذا المستوى يمثل النظرة الشمولية حيث أن هذه

النظم مترابطة وتتأثر بالتغيرات التي تحدث في محيطها إذ يعد المحيط في هذه النظرة هو ضمن

مكونات هذه النظم ويدرس هذا المستوى ليس الشكل فحسب إنما نظم الحياة والسلوك والتفاعلات مع

المحيط والبيئة وكل ما قد يحدث في المنظومة ويراقبها ويتعلم منها .ليقلدها ليتوافق معها ويحقق

التوازنات الطبيعية داخلها دون إلحاق الضرر بها . [4]

الدراسات السابقة:

الدراسة الاولى

الاستلها م من العناصر الطبيعية في التصميم الداخلي البيئي للمنتجات السياحية

مقدمة ضمن متطلبات الحصول على درجة دكتوراه الفلسفة في السكن وإدارة المنزل 2012

اعداد/ حنان بنت عبدالرحيم حجازي اشراف/أ.د. ثروت متولي خليل

المملكة العربية السعودية /جامعة ام القرى/ كلية الفنون والتصميم الداخلي /قسم السكن وإدارة المنزل

يتناول هذا البحث الاستلها م من العناصر الطبيعية وتوظيفها في التصميم الداخلي البيئي للمنتجات السياحية وذلك من خلال تساؤلات وضعتها الباحثة تتضمن في ماهية العناصر المتوفرة التي يستفاد منها في التصميم الداخلي والمعايير المحددة لأسس الاستلها م من البيئة وأسباب عدم قيام المنتجات السياحية بتطبيق الأسس العلمية الصحيحة في التصميم الداخلي والتي تخل بالجوانب الوظيفية والجمالية في التصميم.

ويهدف البحث إلى وضع أسس ومعايير للاستلها م من العناصر الطبيعية لتكون مرجعا للمصمم الداخلي وايجاد طابع خاص للعمارة البيئية في المنتجات السياحية، وتتلخص أهمية البحث في إضفاء طابع معماري بيئي مميز للمنتجات السياحية بحيث يحقق الربط بين البيئة الخارجية والداخلية للشاليه بالمنتج السياحي وذلك من خلال استلها م عناصر التصميم من الطبيعة المحيطة.

وخلصت الباحثة في تجربتها إلى مجموعة تصميمات للشاليه من خلال الاستلها م من العناصر الطبيعية الساحلية مما أثرى الأشكال المصممة وأعطاه الطابع البيئي السياحي والرؤية الابتكارية .

الدراسة الثانية

مؤتمر "الاستدامة من خلال المحاكاة : اكتشاف حلول مستوحاة من الطبيعة " الدمام السعودية 26-27

نوفمبر 2012

أهداف المؤتمر

- دعوة للتحقق في مدى إمكانية الاستفادة من اتجاه المحاكاة للطبيعة (Biomimicry) كأداة و إستراتيجية لتحقيق الاستدامة، و دراسة تطبيقاتها في مجالات التصميم و العمارة.
- يركز المؤتمر على كيفية الاستفادة من الدروس القيمة، والنماذج والنظم التي يمكن نقلها من البيئة الطبيعية القائمة على التوازن و الاستدامة الكاملة إلى بيئات اليوم المصممة و المبنية .
- البحث عن مدى إمكانية التعاون بين التخصصات العلمية المختلفة؛ للوصول إلى بيئة عمرانية مستدامة تحقق متطلبات واحتياجات الأفراد.
- تفعيل دور المؤسسات التعليمية في تعظيم الارتباط بالبيئة و محاكاتها؛ من أجل تحقيق الاستدامة المنشودة .
- النشر والتعريف باتجاه المحاكاة للطبيعة (Biomimicry) بين المصممين و أعضاء هيئات التدريس؛ لإدراجها في المقررات الدراسية الطلابية لكليات التصاميم، والهندسة، و العلوم البيئية.
- الخروج بمقترحات عملية لتفعيل مفهوم الاستدامة من خلال اتجاه المحاكاة للطبيعة، و مدى الاستفادة منها محليا.

اساسيات التصميم العضوي (تقليد الطبيعة):

يعتبر التصميم العضوي بناء حيوي يجب ان يتبع او يتخذ بعض صفات الكائنات الحية في الطبيعة ،ويشتق أهم مبادئ وصفات الانشاء فيها ، كالابتكار والحركة والنمو والمرونة ...، لذا يجب على المصمم ان يستلهم مبادئ التصميم العضوي من الطبيعة ذاتها، وتتحدد أساسيات التصميم العضوي في:



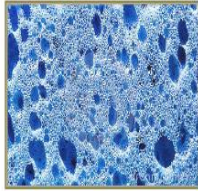
استلهم

شكل [1]

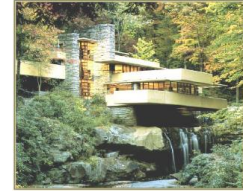


شكل [2] الابتكار القائم على الاستلهم

النمو الانشائي المركب



شكل [4] التماسك والترابط



شكل [3] ارتباط التصميم بالبيئة المنشأ فيها



شكل [6] استعمال المواد في طبيعتها.



شكل [5] استلهم النمو الانشائي اللانهائي

أمثلة لتقليد الطبيعة والاستنباط منها ((Biomimicry))

– تقليد طريقة الخنفساء في استخراج المياه من الضباب، وهي عملية فعّالة أكثر بعشر مرات من الطريقة

البشرية (العملية تسمى التقاط الضباب). شكل [7]

مجال المواد: – إسمنت ذاتي التصليح عبر تقليد العظام. شكل [7]

– صناعة السيراميك بعملية التركيب الذاتي (self assemble) بتقليد حيوان "أذن البحر". شكل [9]



شكل [9]



شكل [8]



شكل [7]

– مقدمة قطار ياباني سريع و هادئ استلهم تصميمها من منقار طائر الرفراف.



شكل [10]

مجال العمارة :



- مبنى في زمبابوي لا يحتاج للتكييف ويكتفي بحركة الهواء الطبيعية - مستلهم من بيوت النمل الأبيض.

شكل [11]



_شاركليت المستوحى من جلد اسماك القرش، المصنعة من قبل شاركليت تكنولوجيز، هو منتج من طلاء البلاستيك سطحه منظم لعرقلة النمو البكتيرية، يتم تسويقه للاستخدام في المستشفيات وأماكن أخرى لما له من قدرة عالية نسبيا على مقاومة للبكتيريا ونشر وتسبب العدوى وهو نسيج شارليت هو مزيج

شكل [12]

من "التلال" على نطاق ميكرومتر، وقد تم تطوير مادة شاركليت.

من قبل الدكتور توني برينان، أستاذ علوم المواد والهندسة في جامعة فلوريدا. [5]

الخلاصة و النتائج العامة :

• هذا النهج من شأنه أن يحل العديد من المشاكل البيئية والتصميمية التي تواجه المصممين بتقليد الحلول

البيولوجية للكائنات

• إن أسلوب ونهج تقليد الطبيعة في العمارة والتصميم المعماري يحقق الإستدامة ما دام أسلوب وخطوات

العملية التصميمية تتم وفق إستراتيجيات التقليد وأسسها ووفق النهج العلمي الصحيح .

- نهج تقليد الطبيعة في مستوياته الثلاثة المختلفة يمكن أن توجه المصممين نحو إنتاج تصميمي سليم يتبع ويتوافق ويتكامل مع نظم الطبيعة .
- تعد الطبيعة غنية بالنظم والعناصر والمكونات والمواد التي يمكن الاستفادة منها في العمارة كالبنى والهياكل و المواد المختلفة التي بتكاملها مع بعض تكون نظام متكافئ ومتكافل في كل النواحي
- أن عملية التصميم وابتكار الأفكار بانتهاج نهج وأسلوب تقليد الطبيعة الذي يفضي لنتائج إيجابية مرجوة يعتمد وبشكل كبير وأساسي على إشراك التخصصات ذات العلاقة من علماء إحياء وبيئة ومهندسين وغيرهم وعلى مدى مساهمتهم في قرارات العملية التصميمية جنباً إلى جنب على منضدة التصميم مع المهندسين المعماريين .

التوصيات:

- إعتاد وتبني أسلوب ونهج تقليد الطبيعة في التصميم والإنتاج المعماري لأنه يفضي دائماً إلى حلول بيئية مستدامة .
- التعريف بمزايا أسلوب تقليد الطبيعة في تحقيق إنتاج معماري متميز ومستدام .
- رفع درجة الوعي لذوي العلاقة والمؤثرين في مجال العمارة والإنتاج المعماري من طلبة ومصممين وجمهور والمنفذين والمسؤولين الحكوميين بالأثار المدمرة للمباني التقليدية على البيئة والمحيط وبضرورة التوجه نحو الفكر الذي يفضي إلى إنتاج معماري يحقق الإستدامة ويحافظ على البيئة والمحيط ولا يحدث خللاً في المنظومة الطبيعية .
- سن وبناء معايير قياس ونظم تقييم للأستدامة في المباني والتصاميم المعمارية .

- سن تشريعات تلزم ذوي العلاقة والمؤثرين بالتقيد بمبدأ الإستدامة وإحترام البيئة وسن تشريعات تشجع وتقدم ميزات خاصة عند تحقيق درجات عالية في مقياس الأستدامة .
- أستخدام البرمجيات الحاسوبية في إختبار أداء التصميمات ومحاكاة ظروف بيئية معينة على التصاميم في كافة المجالات ومنها مجال الإضاءة الطبيعية .
- دعم الأبحاث والدراسات الخاصة بالبيئة والطبيعة في فهم نظمها وفي كيفية عملها تقليديا لحل المسائل التصميمية وبالأخص فيما يتعلق بالتصميم المعماري .
- ضرورة إشراك المختصين في علوم الأحياء والبيئة وفي الإختصاصات العلمية والهندسية المختلفة ذات العلاقة بموضوع التصميم والإبتكار في العملية التصميمية وفي أتخاذ قرارات التصميم من خلال نهج التقليد لضمان تحقيق الأهداف التصميمية .

المراجع:

- [1]م.رنا ممتاز داود،استراتيجية محاكاة الطبيعة والشكل المعماري المستدام ، دراسة تحليلية للأشكال العضوية من خلال اعمال المعماري (Eguen Tsui)
- [2]د.حنان بنت عبد الرحيم حجازي، المحاضرة بقسم السكن وادارة المنزل كلية الفنون والتصميم الداخلي جامعة ام القرى بالمملكة العربية السعودية. الاستلهام من العناصر الطبيعية في التصميم الداخلي البيئي للمنتجات السياحية
- [3]د. أميرة سعودي محمد أبو العلا، أستاذ العمارة الداخلية المساعد ،بقسم التربية الفنية كلية التربية جامعة الملك فيصل. المحاكاة البيولوجية وتطبيقاتها في الشكل المعماري والعمارة الداخلية
- [4] م. أ. دنيا حميد علي ، ماجستير هندسة معمارية ، محاكاة النظم الطبيعية في قرارات الاستدامة العمرانية
- [5] [https://en-m-wikipedia-org.translate.google/wiki/Sharklet_\(material\)?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ar&_x_tr_hl=ar&_x_tr_pto=nui,op,sc](https://en-m-wikipedia-org.translate.google/wiki/Sharklet_(material)?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ar&_x_tr_hl=ar&_x_tr_pto=nui,op,sc)