دور البيونكس في تعزيز مبادىء الاستدامة في التصميم الداخلي

The Role of Bionics in Enhancing Sustainability Principles in Interior Design

سارة احمد مصطفي [١] أمل عبد الخالق [٢] رحاب عبد الفتاح نصير [٣] مريهان محمد يحيي [٤]

١-معيدة بقسم التصميم الداخلي والأثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة ٦ أكتوبر، مصر.
٢-أستاذ بقسم التصميم الداخلي والاثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، مصر.
٣-أستاذ بقسم التصميم الداخلي والأثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة ٦ أكتوبر، مصر.
٤-أستاذ مساعد بقسم التصميم الداخلي والأثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة ٦ أكتوبر، مصر.

Submit Date: 2025-04-19 20:48:05 | Revise Date:2025-06-10 23:09:15 | Accept Date: 2025-06-10 23:47:07

DOI: 10.21608/jdsaa.2025.377099.1487

ملخص البحث:-

يشهد العالم اهتمامًا متزايدًا بمفاهيم الاستدامة في مجالات متعددة، بما في ذلك التصميم الداخلي الذي يسعى لتحقيق بيئات صديقة للبيئة. تركز مشكلة البحث على التحديات المتعلقة بإيجاد حلول مبتكرة لتقليل التأثير البيئي وتعزيز كفاءة استخدام الموارد، مع ضرورة دمج مفاهيم علم البيونكس لتطوير تصميم داخلي مستدام. يُعد البيونكس علمًا مبتكرًا يستلهم الأنماط الطبيعية لتقديم حلول تصميمية فعالة بيئيًا، مما يجعله نهجًا واعدًا لتحقيق أهداف الاستدامة. يهدف البحث إلى دراسة تطبيقات البيونكس في التصميم الداخلي من خلال تحليل نماذج عملية مقارنة بين الحلول التقليدية والمستوحاة من الطبيعة. تفترض الدراسة أن تطبيق مبادئ البيونكس يساعد في تقليل استهلاك الطاقة، ويعزز كفاءة الموارد، ويوفر راحة حرارية وصوتية أفضل، مما يعزز الاستدامة البيئية وجودة الحياة. تكمن أهمية البحث في دور البيونكس في تقليل الأثر البيئي عبر تقنيات العزل الحراري المستوحاة من الطبيعة، ومواد بناء تقلل الانبعاثات الكربونية، وتطوير أنظمة تهوية وإضاءة طبيعية أكثر كفاءة. كما يؤكد على أهمية رفع وعي المصممين والمهندسين بفوائد البيونكس وتعزيز التعاون بين مختلف التخصصات لإيجاد حلول تصميمية مستدامة. اتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي مع مراجعة الأدبيات وتحليل نماذج تطبيقية محددة، مع الإشارة إلى أن الدراسة اقتصرت على مراجع وتطبيقات متاحة حتى تاريخ الإعداد.

الكلمات المفتاحية:-

علم البيونكس، الاستدامة البيئية، التصميم الداخلي.

المقدمة:

في ظل التحديات البيئية التي يواجهها مجتمعنا اليوم، أصبح التركيز على الاستدامة ضرورة ملحة لتحقيق بيئات معيشية متوازنة وصديقة للبيئة. وفي هذا السياق، يبرز دور التصميم الداخلي كأداة فعالة لتحقيق الاستدامة من خلال استخدام حلول مبتكرة تساهم في تقليل التأثير البيئي وتحسين كفاءة استخدام الموارد. من بين الأساليب الحديثة التي تساهم بشكل كبير في هذا المجال، يأتي "البيونكس" كعلم مبتكر يستلهم تصميماته من الأنماط والهياكل الطبيعية، ويهدف إلى تطبيق هذه الأنماط في مجالات التصميم الداخلي لخلق بيئات داخلية تتسم بالكفاءة والاستدامة. يتناول هذا البحث دراسة البيونكس وتطبيقه في التصميم الداخلي، بهدف استكشاف كيفية تأثيره في تحقيق الاستدامة البيئية والاجتماعية، والحد من الأثر السلبي على البيئة.

المصطلحات البحثية:

-علم البيونكس (Bionics): هو النظام العلمي المسؤول عن النقل المنهجي لمبادئ البناء والتشغيل والتطور في الأنظمة الحية إلى تطبيقات تقنية وهندسية، بهدف إيجاد حلول مبتكرة للمشاكل الهندسية من خلال استلهام التكيفات والعمليات الطبيعية للكائنات الحية (داليا سالم، ٢٠٢٤)

-الاستدامة البيئية: هي مفهوم يشير إلى قدرة النظام البيئي على الاستمرار في توفير الموارد الطبيعية والخدمات البيئية للأجيال القادمة دون التسبب في تدهور أو استنزاف هذه الموارد. وتعني ضمان توازن بين الاحتياجات البشرية والقدرة البيئية على تجديد هذه الموارد، بحيث يتم استخدام الموارد الطبيعية بشكل يتناسب مع قدرتها على التجدد دون التأثير السلبي على البيئة أو تدميرها.

-التصميم الداخلي: هو فن وعلم تحسين المساحات الداخلية للمباني بحيث تكون وظيفية، آمنة، وجمالية تلبي احتياجات المستخدمين. يشمل التصميم الداخلي تخطيط الفراغات، اختيار الأثاث، الألوان، الإضاءة، والمواد بهدف خلق بيئة مريحة وجذابة تعكس شخصية المستخدم وتدعم نشاطاته اليومية. كما يراعي التصميم الداخلي الجوانب التقنية مثل التهوية، العزل الحراري، والصوتي لتحقيق راحة المستخدمين وكفاءة استخدام الطاقة. في السياق الحديث، يدمج التصميم الداخلي المستدام مبادئ الحفاظ على البيئة من خلال استخدام مواد صديقة للبيئة وتقنيات تقلل من الأثر البيئي

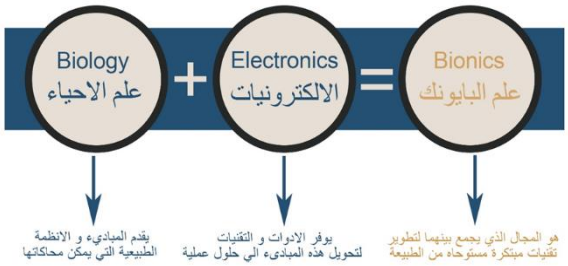
أولا علم البيونكس:

١- مفهوم البيونكس

يشير البيونكس إلى استلهام من التكيفات الطبيعية للكائنات الحية وتطبيقها في مجالات التصميم والتكنولوجيا بهدف تحسين الكفاءة وتعزيز الاستدامة. يتضمن هذا المفهوم دراسة كيفية تفاعل الكائنات الحية مع بيئتها وفهم العمليات والأنماط الطبيعية المبتكرة التي يمكن توظيفها لتطوير حلول تقنية فعّالة ومبتكرة.(Benyus, 1997)

٢- تعريف المعني اللغوي لمصطلح البيونكس Bionics:

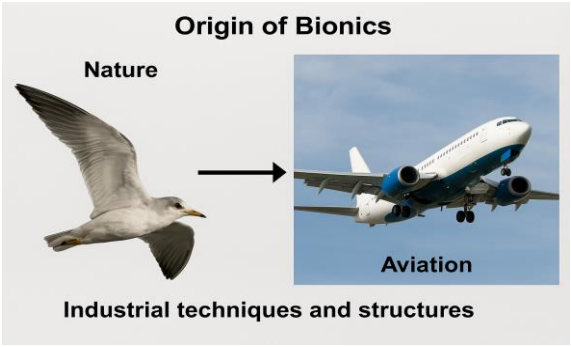
تم تعريفه كمصطلح لأول مرة في الفترة ما بين ١٩٥٥-١٩٦٠ وهو مصطلح مشتق من مزيج من مصطلحين وهما علم الاحياء (biology) + الالكترونيات (electronics) كما هو موضح في الشكل رقم (١)



شكل ١ يوضح العلاقة بين علم الاحياء والالكترونيات
تصميم الدارس

٣- أصل البيونكس:

يعود أصل البيونكس إلى محاولة الإنسان فهم الطبيعة والاستفادة منها في تصميم حلول عملية. بدأ العلماء في دراسة كيفية تكيف الكائنات الحية مع بيئاتها، ومن ثم تم نقل هذه المعرفة إلى تطوير تقنيات وهياكل صناعية. على سبيل المثال، بدأ تطبيق البيونكس في الطيران، حيث قام العلماء بتصميم الطائرات بناءً على دراسة الأجنحة في الطيور. ومنذ ذلك الحين، توسع استخدام البيونكس ليشمل العديد من المجالات مثل الهندسة المعمارية، وتصميم المنتجات، والروبوتات، وحتى في مجال التصميم الداخلي . (Benyus, 1997)



شكل ٢ يوضح تصميم الطائرات بناءا علي دراسة الاجنحة في الطيور
تصميم الدارس

في تصميم الطائرات، درس العلماء كيفية حركة الطيور في الهواء، خصوصًا الأجنحة التي تساعدها في الطيران كما هو موضح في الشكل رقم (٢). تم استخدام هذه المعرفة لتطوير أجنحة الطائرات بشكل يجعلها أكثر كفاءة في التفاعل مع الهواء، مما يقلل من استهلاك الوقود ويزيد من فعالية الرحلات. (عبد المنعم، ٢٠٢٣)

٤- تاريخ تطور البيونكس:

أ-العصور القديمة:
بدأت فكرة استلهام الطبيعة منذ القدم عندما لاحظ الإنسان قدرة الكائنات الحية على التكيف مع بيئتها، فقلدها في تطوير أدواته وحياته اليومية. مثل استلهام أجنحة الطيور لتطوير أدوات الطيران البدائية واستخدم هياكل العظام وأصداف الحيوانات كنموذج لتصميم الأدوات والأسلحة.

ب-العصر الكلاسيكي:
كان ليوناردو دافنشي (١٤٥٢-١٥١٩) من أوائل المفكرين الذين درسوا الأنظمة الطبيعية بعناية لتطبيقها في الهندسة. حيث رسم تصاميم آلات طيران مستوحاة من أجنحة الطيور والخفافيش.

ت-القرن العشرين (ظهور المصطلح):
ظهر مصطلح "Bionics" في عام ١٩٦٠ على يد المهندس جاك إي. ستيل لوصف دمج الأنظمة البيولوجية مع التكنولوجيا.
تطور المجال بشكل كبير خلال فترة الستينيات والسبعينيات بسبب التقدم في التكنولوجيا وعلوم الأحياء.(Benyus, 1997)

ث-العصر الحديث:
بدأ علماء الأحياء والمهندسون في التعاون لتطوير تقنيات تعتمد على تقليد الأنظمة الطبيعية.
تطورت الأدوات التحليلية والتكنولوجيا، مثل الحواسيب وتقنيات النمذجة، مما ساعد في دراسة الطبيعة بشكل أعمق.

٥- كيف يعمل البيونكس:

البيونكس لا يعتمد فقط على تقليد الشكل الخارجي للكائنات أو الأنماط في الطبيعة، بل يتعمق أكثر في فهم كيفية حل الكائنات الحية لمشاكل معينة، مثل كيفية تحسين كفاءة الطاقة أو مقاومة المواد أو التأقلم مع البيئات القاسية. هذه الحلول تُستلهم وتُطبق على مستوى التصميم والهندسة بطرق مبتكرة.

٦- كيف يستلهم علم البيونكس من الهياكل والأنماط الطبيعية لتحقيق حلول مبتكرة؟

أ- الهياكل الهندسية المستوحاة من الطبيعة:
- الكائنات البحرية مثل الشعب المرجانية أو الأصداف البحرية ألهمت تصميمات بناء قوية ومستدامة باستخدام المواد الطبيعية. استلهم المهندسون تصميمات المواد التي تحمل خصائص القوة والمرونة التي تساهم في البناء باستخدام طاقات أقل .(الحقان ومحبوب، ٢٠٢٤).

ب- الأنظمة الطبيعية للتهوية والإضاءة:
- في تصميم المباني المستدامة، يتم الاستفادة من الطبيعة من خلال دراسة كيفية تكيف الكائنات الحية مع بيئاتها من حيث التهوية والإضاءة. مثلًا، الحشرات أو الطيور التي تستخدم الرياح والضوء الطبيعي للبقاء على قيد الحياة قد ألهمت المهندسين في تصميم أنظمة تهوية وإضاءة طبيعية فعّالة، مما يساعد في تقليل استخدام الطاقة في المباني.

ت- تقنيات العزل الحراري:
- يتم دراسة الحيوانات التي تعيش في بيئات قاسية، مثل الفهود أو الدببة القطبية، وكيف تحافظ على درجات حرارة أجسامها داخل بيئاتها الطبيعية. من خلال تقليد هذه الأنماط الطبيعية، يمكن تصميم مواد عزل حراري فعّالة، كما في البناء باستخدام مواد تشبه هيكل الفراء لدى الحيوانات لتقليل الحاجة للتدفئة والتبريد الاصطناعي.

ث- الروبوتات والأجهزة الذكية:
- تم تصميم الروبوتات التي تحاكي الحركات الطبيعية للكائنات مثل الحشرات أو الحيوانات لتطوير تقنيات جديدة في المجال الصناعي والطبي. مثلًا، تم تطوير روبوتات تشبه الحشرات يمكنها التنقل في بيئات ضيقة أو صعبة.

٧- استخدامات البيونكس تشمل مجالات متعددة مثل:

المجال	التطبيق	صورة توضيحية
الهندسة المعمارية والتصميم الداخلي	-استلهام الهياكل كما هو موضح في الشكل رقم (٣) والمواد من الطبيعة لتصميم مساحات مستدامة، مثل مواد مقاومة للماء مستلهمة من أوراق اللوتس.	شكل ٣ يوضح استلهام الهياكل من الطبيعة https://2u.pw/tYlrt
الطاقة والبيئة	أنظمة تبريد مستوحاة من أعشاش النمل الأبيض كما هو موضح في الشكل رقم (٤)، وخلايا شمسية تحاكي امتصاص النباتات للشمس، وتقنيات جمع المياه مستوحاة من خنفساء الصحراء.	شكل ٤ يوضح انظمة التبريد المستوحاة من اعشاش النمل https://2u.pw/QO9T3
الطب	تطوير أدوات طبية مثل الأطراف الصناعية كما هو موضح في الشكل رقم (٥) والأعضاء الاصطناعية مستلهمة من الهياكل البيولوجية.	شكل ٥ يوضح الاطراف الصناعية من الهياكل البيولوجية https://2u.pw/n3Ftt
الروبوتات	تصميم روبوتات تحاكي حركة وسلوك الكائنات الحية كما هو موضح في الشكل رقم (٦).	شكل ٦ يوضح روبوت يحاكي حركة الكائنات الحية https://2u.pw/ubVyZ
تصميم السيارات والطائرات	تحسين كفاءة الوقود بتصميم هياكل مستلهمة من شكل الأسماك كما هو موضح في الشكل رقم (٧) لتقليل مقاومة الهواء.	شكل ٧ يوضح هياكل مستلهمة من الاسماك https://2u.pw/EMzhj

جدول ١ يوضح استخدامات البيونكس في مختلف المجالات تصميم الدارس

٨- **أهمية البيونكس في التطوير المستدام** :البيونكس يقدم حلولًا مستدامة تعزز من كفاءة استخدام الموارد وتقليل الأثر البيئي. يتمثل دور البيونكس في أن تصميماته تعتمد على مفاهيم مثل الكفاءة في استخدام الطاقة، والحد من الهدر، وإعادة التدوير، واستخدام مواد غير ضارة بالبيئة. وهذا يتوافق تمامًا مع أهداف الاستدامة التي تهدف إلى تقليل التأثير البيئي وتحقيق التوازن بين احتياجات الإنسان وحماية البيئة. (Carter and Turner, 2018)

٩- **مبادئ البيونكس في التصميم الداخلي**

تعتمد على محاكاة الحلول الطبيعية التي طورتها الكائنات الحية لتحسين كفاءة الطاقة والاستدامة في البيئة المبنية: (حامد وآخرون، ٢٠٢١)

أ- **كفاءة الطاقة** :محاكاة حلول الطبيعة مثل العزل الحراري باستخدام مواد مثل الريش أو الفرو، وتوجيه الضوء الطبيعي كما في النباتات، واستخدام أنظمة تهوية طبيعية. مثل كيفية بناء النمل الأبيض لأعشاشه مع تصميمات تهوية متطورة تحافظ على درجة حرارة ثابتة

ب- **المواد المستدامة** :استخدام مواد طبيعية مثل الخشب والطين، والمواد القابلة للتحلل البيولوجي التي تساهم في تقليل التلوث البيئي.

ت- **التوازن البيئي** :تحقيق تكامل بين العناصر داخل المساحة مثل الإضاءة والتهوية الطبيعية، واستخدام أنظمة معاد تدوير المياه والهواء.

ث- **المرونة والتكيف** :استخدام مواد متجددة وقابلة لإعادة الاستخدام، وتطبيق تقنيات تفاعلية مثل الأسطح التي تغير خصائصها حسب الحرارة أو الضوء.

ج- **تعزيز الصحة والراحة** :محاكاة الراحة الحرارية والصوتية كما في الطبيعة، مثل استخدام النباتات أو أنظمة تنقية الهواء لتحسين جودة البيئة.

ح- **الاستدامة عبر إعادة التدوير** :استخدام مواد قابلة لإعادة التدوير وتحويل النفايات إلى موارد، مثل تقنيات إعادة التدوير في الطبيعة.

خ- **البساطة والكفاءة** :تبني حلول بسيطة وفعالة تقلل من الفائض وتستخدم الطاقة والموارد بكفاءة. (أبو النجا ورشدي، ٢٠٢٢)

١٠- **تطبيقات البيونكس في التصميم الداخلي:**

يعتمد علم البيونكس على استلهام حلول من الطبيعة لتطبيقها في مجالات متعددة، ومنها التصميم الداخلي، بهدف تحقيق الاستدامة، الكفاءة، والجوانب الجمالية للتصميم .والجدول التالي يوضح تحليل لاهم تطبيقات علم البيونكس في التصميم الداخلي، مع التركيز على الجوانب البيئية، الوظيفية، والجمالية, Kumar and Gupta) . (2021).

العنصر	النموذج المستوحى من الطبيعة	كيفية تطبيقه في التصميم	نتيجة تطبيقه في الفراغ
العزل الحراري الذكي	فرو الحيوانات الصحراوية (مثل الجمل).	"تم تطوير جدران داخلية متعددة الطبقات تحاكي الطبيعة باستخدام ألياف طبيعية عازلة وتجاويف تقلل انتقال الحرارة . (Jiang, Deng and (Lin, 2024	-تقليل استهلاك الطاقة في التكييف والتدفئة -تعزيز الراحة الحرارية داخل الفراغات
استخدام مواد طبيعية ومتجددة	الأشجار والنباتات سريعة النمو.	استخدام خامات طبيعية متجددة كالخيزران والفلين، مع ألوان وخامات مستوحاة من الطبيعة	- تقليل الانبعاثات الكربونية - تقليل الاعتماد على المواد الصناعية الضارة.
أنظمة التهوية الطبيعية	ثقوب الخنفساء الصحراوية وتوجيه جسمها لتجميع الرطوبة والهواء.	تصميم فتحات تهوية مستوحاة من الطبيعة تعتمد على حركة الهواء واتجاه الرياح لتبريد الفراغات	-تحسين جودة الهواء الداخلي -تقليل الاعتماد على أجهزة التكييف.
الإضاءة الطبيعية	أوراق النباتات تنظم الضوء الداخل للقيام بعملية البناء الضوئي بكفاءة	تصميم إضاءة طبيعية مستلهمة من أشكال نباتية ومواد شفافة لتحقيق راحة بصرية وكفاءة ضوئية	- تقليل استهلاك الإضاءة الصناعية. - تحسين الصحة النفسية والإنتاجية لدى المستخدمين.
الراحة الصوتية المستوحاة من الطبيعة	الأسطح غير المنتظمة في الكهوف أو الأشجار تمتص الأصوات	استخدام تصاميم غير منتظمة ومواد مستوحاة من الطبيعة	-تقليل الضوضاء في الفراغات المغلقة. -تحسين البيئة الداخلية

	وتقلل الضوضاء	لامتصاص الصوت وتقليل الصدى	للفراغات الإدارية والسكنية
الراحة النفسية وربط الإنسان بالطبيعة	الطبيعة الخضراء والمناظر الطبيعية المريحة.	توظيف عناصر طبيعية وأنماط فرَكتلية مستلهمة من النبات لإضفاء حيوية واتزان بيئي على التصميم الداخلي	- تحسين الحالة النفسية والتركيز. - تعزيز الإحساس بالانتماء والراحة.

جدول ٢ يوضح تطبيقات البيونكس في التصميم الداخلي
تصميم الدارس

١١-مقارنة بين الحلول التقليدية والبيونكس في التصميم الداخلي:

المجال	الحلول التقليدية	الحلول المستوحاه من الطبيعة
العزل الحراري	استخدام مواد صناعية مثل الفوم والالياف الزجاجية قد تحتوي على مواد كيميائية ضارة	استلهام العزل من الحيوانات مثل البطاريق والارانب القطبية واستخدام مواد تحاكي الانسجة
التهوية والتكييف	الاعتماد على مكيفات الهواء وأنظمة التهوية الصناعية التي تستهلك طاقة عالية	استلهام تقنيات التهوية من اعشاش النمل الأبيض وتوفير تهوية طبيعية تعتمد على قوانين الطبيعة
المواد المستدامة	استخدام مواد صناعية مثل البلاستيك، الخرسانة والمعادن المعالجة قد تضر البيئة	استخدام مواد طبيعية مثل الخشب والالياف النباتية والمعادن المعاد تدويرها
التصميم المعماري والهياكل	استخدام هياكل خرسانية او فولاذية ثقيلة مما يستهلك طاقة وموارد عالية	استلهام هياكل طبيعية مثل العظام والأشجار التي توفر القوة باستخدام مواد اقل
الطاقة المتجددة	الاعتماد على الطاقة المولدة من الفحم او الغاز، مما يساهم في التلوث والانبعاثات الكربونية	استخدام تقنيات الطاقة الشمسية والرياح المستوحاة من الطبيعة لتوليد طاقة نظيفة ومتجددة

جدول ٣ يوضح مقارنة بين الحلول التقليدية و البيونكس في التصميم
تصميم الدارس

ثانيا الاستدامة

١- تعريف الاستدامة في التصميم الداخلي:
تشير إلى إنشاء بيئات داخلية تحترم وتحسن البيئة، مع ضمان توفير الراحة والوظيفية للمستخدمين، دون التأثير السلبي على الأجيال القادمة. يتم تحقيق ذلك من خلال استخدام مواد وتقنيات تصميم تقلل من استهلاك الموارد الطبيعية، وتقلل من التأثيرات البيئية، وتعزز من كفاءة استخدام الطاقة. (Kibert, 2016)

٢- أهمية الاستدامة:
حماية البيئة :تقليل التأثير السلبي على النظام البيئي من خلال تقليل التلوث والحفاظ على الموارد الطبيعية.
الكفاءة الاقتصادية :تقليل التكاليف من خلال تحسين استخدام الموارد والطاقة.
رفاهية المجتمع :خلق بيئات صحية ومستدامة تعزز جودة الحياة.
مواجهة التحديات البيئية :مثل التغير المناخي ونضوب الموارد الطبيعية.
تشجيع الابتكار :تصميم حلول مبتكرة لتحقيق الكفاءة والاستدامة. كما هو موضح في الشكل رقم (٨)

شكل ٨ يوضح اهمية الاستدامة مع التركيز على الحماية البيئية، الكفاءة الاقتصادية، رفاهية المجتمع، التحديات البيئية والابتكار

https://2u.pw/HmWmv

٣- المبادئ الأساسية للاستدامة في التصميم الداخلي

تهدف إلى تقليل التأثيرات البيئية وتحقيق بيئة صحية ومريحة للمستخدمين. هذه المبادئ تركز على استخدام الموارد بشكل فعال والمحافظة على البيئة من خلال تقنيات مبتكرة (Kibert, 2016)

أ- استخدام مواد مستدامة:
- اختيار المواد القابلة لإعادة التدوير أو المواد التي يمكن تحللها بيئيًا.

- استخدام المواد الطبيعية مثل الخشب المعاد تدويره والطين، أو المواد التي لا تضر بالبيئة مثل الألياف الطبيعية والنسيج العضوي.

ب- **كفاءة الطاقة:**

- تصميم المساحات لتقليل استهلاك الطاقة، مثل تحسين العزل الحراري، واستخدام الإضاءة الطبيعية، واختيار أنظمة تهوية فعالة.
- استخدام الأجهزة الموفرة للطاقة مثل الإضاءة LED وأجهزة التدفئة والتبريد الموفرة للطاقة.

ت-**إدارة المياه:**

- تقنيات توفير المياه مثل تركيب خلاطات توفير المياه، واستخدام أنظمة الري الذكية أو أنظمة المياه المعاد تدويرها.
- تحسين استخدام المياه في المساحات الداخلية بشكل فعال.

ث-**تحسين جودة الهواء الداخلي:**

- استخدام النباتات التي تساعد على تنقية الهواء وتحسين جودته.
- اختيار المواد التي لا تحتوي على مواد سامة أو ضارة مثل الفورمالديهايد أو المركبات العضوية المتطايرة (VOCs).

ج-**إعادة التدوير وتقليل النفايات:**

- اختيار مواد يمكن إعادة تدويرها بعد انتهاء عمرها الافتراضي.
- استخدام تقنيات بناء تساهم في تقليل النفايات مثل تصميم المساحات بأقل مواد ممكنة أو إعادة استخدام المواد الموجودة.

ح-**استخدام تقنيات التصميم الذكي:**

- استخدام أنظمة ذكية مثل الإضاءة التي تعمل بناءً على الحركة أو الحرارة أو تقنيات التبريد الذكية.
- تكييف المساحات بشكل ديناميكي يسمح بتقليل استهلاك الموارد.

خ-**الراحة الحرارية والصوتية:**

- تحسين الراحة الداخلية من خلال العزل الجيد للحفاظ على درجات الحرارة المريحة وتقليل الضوضاء باستخدام المواد المناسبة.

د-**التصميم المرن:**

- تصميم المساحات بطريقة تسمح بالتكيف مع الاحتياجات المستقبلية دون الحاجة إلى إعادة بناء أو استخدام موارد جديدة.

٤- العلاقة بين علم البيونكس والاستدامة البيئية:

- تُعد **البيونكس (Bionics)** أداة فعالة لتعزيز مفاهيم **الاستدامة** في التصميمات المعمارية والهندسية، خصوصًا في ظل التوجه العالمي نحو تقليل استهلاك الموارد وحماية البيئة. تعتمد البيونكس على مبدأ جوهري مفاده أن **الطبيعة طوّرت عبر ملايين السنين حلولًا ذكية ومستدامة** يمكن نقلها إلى مجالات التصميم والهندسة (Li, Chen and Huang, 2024).

جدول يوضح العلاقة بين البيونكس والاستدامة البيئة وكيفية تطبيقه في التصميم الداخلي

النموذج البيولوجي	الخاصية الطبيعية	التطبيق في تصميم البيونكس	الأثر على الاستدامة
أوراق اللوتس	تتمتع بسطح فائق النعومة والقدرة على طرد الماء والأتربة تلقائيًا	تطوير مواد ذاتية التنظيف تُستخدم في الأرضيات والجدران	تقليل استخدام المياه والمواد الكيميائية في التنظيف
جلد الحيتان	يحتوي جلد الحيتان على نتوءات دقيقة تُساعد في تقليل مقاومة الاحتكاك بالماء، مما يجعل حركتها أكثر سلاسة وكفاءة.	تصميم أسطح انسيابية للمباني والمركبات لتقليل مقاومة الهواء	خفض استهلاك الطاقة في التهوية والنقل
اعشاش النمل	تعتمد أعشاش النمل الأبيض على نظام تهوية ذاتي ذكي قادر على الحفاظ على درجة حرارة ثابتة داخل العش طوال العام،	تصميم نظم تهوية طبيعية في المباني لتوفير الطاقة	تقليل الحاجة للتكييف الصناعي وتوفير الطاقة
قشور الصنوبر	تتفاعل قشور الصنوبر مع تغيرات الرطوبة، فتنفتح في الطقس الجاف وتنغلق في الطقس الرطب.	تصميم واجهات متحركة تتفاعل مع الرطوبة لتحسين العزل الحراري	تحقيق بيئة داخلية مريحة دون استهلاك ميكانيكي للطاقة

جدول ٤ يوضح امثلة على العلاقة بين البيونكس والاستدامة تصميم الدارس

٥- أمثلة تطبيقية على التصميم البيونكس في التصميم الداخلي وتحليل علاقتها بالاستدامة:

النموذج الأول:

شكل ٩ لمركز Eden project

https://i.pinimg.com/736x/d0/eb/0a/d0eb0aa33ee8fb7eb2d6a7b014e19bfe.jpg

العنصر المعماري	السقف الحيوي المستوحى من الخلايا النباتية – مركز (Eden Project المملكة المتحدة)
الوصف العام للمشروع	تم تصميم الأسقف الداخلية للمركز بشكل يحاكي خلايا النباتات ذات الجدران الرقيقة والمنحنية كما هو موضح في الشكل (٩)، ما يُسهل دخول الضوء ويوفر توزيعًا طبيعيًا للحرارة. (Eden Project, 2025)
تطبيق علم البيونكس	تم استلهام الشكل من "النسيج النباتي الإسفنجي" الذي يسمح بنفاذ الضوء والهواء .
الاستدامة البيئية	-تقليل الاعتماد على الإضاءة الاصطناعية. -تقليل استخدام أنظمة التكييف عبر تحقيق توازن حراري طبيعي. -تحقيق استهلاك منخفض للطاقة بنسبة تزيد عن ٣٠%.

جدول ٥ يوضح كيف يمكن لعلم البيونكس أن يدمج بين الطبيعة والتكنولوجيا لتحقيق تصميم معماري فعال وصديق للبيئة.
تصميم الدارس

النموذج الثاني:

شكل ١٠ يوضح Seattle library

https://i.pinimg.com/736x/a0/a4/11/a0a411ca25da46d39dc3d1d34239d4ce.jpg

العنصر (وحدات اضاءة)	Seattle library – إضاءة مستوحاة من جلد الحوت
الوصف العام للمشروع	تم استخدام عناصر داخلية مستوحاة من تموجات جلد الحيتان لتوجيه الإضاءة الطبيعية داخل الفراغات كما هو موضح في الشكل (١٠)
تطبيق علم البيونكس	تمثل التموجات السطحية بنية ديناميكية تقلل الانعكاسات وتوزع الضوء بلطف على المستخدمين(Art-Facts, 2025) .
الاستدامة البيئية	-تقليل استخدام الإنارة الكهربائية في النهار. -تحسين ظروف القراءة والراحة البصرية. -تقليل البصمة الكربونية للفراغ الداخلي.

جدول ٦ يوضح تطبيق علم البيونكس في تصميم وحدات الإضاءة داخل مكتبة Seattle من خلال استلهام شكل وملمس جلد الحوت.

تصميم الدارس

النموذج الثالث:

شكل ١١ لمبني Eastgate Centre

https://i.pinimg.com/736x/66/9e/12/669e120f1ce0dc3fb736a3e96f0f225e.jpg

العنصر (نظام التهوية)	نظام التهوية المستوحى من أعشاش النمل الأبيض(مبنى Eastgate Centre زيمبابوي) كما هو موضح في الشكل (١١)
الوصف العام للمشروع	تصميم داخلي يحتوي على ممرات هوائية طبيعية مع تحكم ذاتي في تدفق الهواء.
تطبيق علم البيونكس	أنظمة التهوية مأخوذة من هيكل أعشاش النمل الأبيض الذي ينظم درجات الحرارة داخليًا بفعالية. (AskNature, 2025)
الاستدامة البيئية	-توفير ما يعادل ٩٠٪ من الطاقة المستخدمة عادة في التكييف. -تقليل الصيانة والأعطال التقنية. -بيئة أكثر صحة وطبيعية للمستخدمين

جدول ٧ يوضح تطبيق البيونكس في تهوية مبني Eastagate مستوحى من اعشاش النمل
تصميم الدارس

النموذج الرابع:

شكل ١٢ يوضح الدهانات الذكية المستلهمة من زهرة اللوتس
https://i.pinimg.com/564x/a9/de/c0/a9dec0f680035f8c4341857101360fc5.jpg

العنصر(دهانات)	جدران داخلية مستوحاة من أوراق اللوتس – خاصية التنظيف الذاتي كما هو موضح في الشكل (١٢)
الوصف العام للمشروع	أسطح داخلية مطلية بمواد نانوية تحاكي أوراق اللوتس وتُستخدم في الفنادق والمطاعم
تطبيق علم البيونكس	خاصية *superhydrophobicity* التي تمنع التصاق الأوساخ والماء.
الاستدامة البيئية	-تقليل الحاجة للتنظيف بالماء والكيماويات. -إطالة عمر المواد والتشطيبات. -تحسين النظافة العامة بكفاءة بيئية.

جدول ٨ يوضح تطبيق البيونكس في الدهانات الداخلية مستوحى من خاصية التنظيف الذاتي لأوراق اللوتس
تصميم الدارس

النتائج:

١- **البيونكس يمثل أداة استراتيجية لتعزيز الاستدامة** أظهرت الدراسة أن اعتماد النماذج البيولوجية في التصميم الداخلي يساهم بفعالية في تحقيق مبادئ الاستدامة البيئية، خاصة في مجالات الطاقة والمواد وجودة الهواء.

٢- **تحقيق التوازن بين الوظيفة والجمال والكفاءة البيئية من خلال تحليل الأمثلة التطبيقية**، يتضح أن البيونكس لا يقتصر على الشكل، بل يقدّم حلولًا وظيفية توفر الطاقة وتقلل من الاعتماد على النظم الميكانيكية، مع المحافظة على الجوانب الجمالية للتصميم الداخلي.

٣- **الطبيعة كنموذج اعلي للكفاءة** تُظهر الكائنات الحية، مثل النمل الأبيض وأوراق اللوتس والعظام الإسفنجية، استراتيجيات بيئية متقدمة، يمكن ترجمتها إلى نظم تهوية، أسطح ذاتية التنظيف، وهياكل خفيفة الوزن، وكلها أدوات فعالة في تقليل البصمة البيئية للمساحات الداخلية.

٤- **قلة التكلفة التشغيلية والتأثير طويل الأمد** أثبتت بعض دراسات الحالة مثل (Eastgate Centre) أن التصميم البيونيكي يقلل من الحاجة إلى الصيانة والتشغيل المستمر، مما يحقق وفورات مالية مستدامة على المدى الطويل.

٥- يعد تطبيق البيونكس في التصميم الداخلي أداة فعّالة لتحقيق الاستدامة من خلال دمج المبادئ الطبيعية مع التكنولوجيا المتقدمة. يعتمد هذا التطبيق على محاكاة العمليات البيئية وتحليل الكائنات الحية، مثل النباتات والحيوانات، لتحقيق كفاءة أكبر في استهلاك الطاقة والموارد. من خلال استخدام الخامات المستدامة، مثل الأخشاب المعالجة بيئيًا والمواد الحيوية مثل الطين والخرسانة البيونية، يمكن تقليل التأثير البيئي والانبعاثات الكربونية.

٦- **ضعف التبني الفعلي رغم الفوائد** رغم الإمكانيات الكبيرة، لا يزال اعتماد التصميم البيونيكي في المجال التجاري والمؤسسي محدودًا، بسبب نقص التوعية، وقلة التخصصات التي تجمع بين التصميم والعلوم البيئية والبيولوجية.

مراجع البحث:

أولا: المراجع العربية:

أبو النجا، هـ. ورشدي، م. (٢٠٢٢) 'المُحاكاة الحيوية كإيدلوجية تفكير تناظري في التصميم الداخلي لتحقيق الاستدامة', مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية - جامعة حلوان, ٢١, ص. ٩١-١١٢.

الحقان، ع. ومحبوب، ن. م. (٢٠٢٤) 'البيونك وتصميم المساحات الداخلية: الاستفادة من التكنولوجيا المتقدمة لإنشاء تجارب مستخدم فريد' , مجلة المعهد العالي للدراسات النوعية، ٤(١١)، ص. ٢١١-٢٣٨.

حامد، ع.، سويدان، أ. ح. ع.، المسلمي، غ. م. ف.، إمام، أ. ع. ع. ب.، و يحى، س. ح. ح. (٢٠٢١). "مفهوم البيونك وأثره على التصميم الداخلي والأثاث ."*مجلة الفنون والعلوم التطبيقية*، ٨(4)، ٩٧-١١٤

داليا سالم محمد عبد اللطيف (٢٠٢٤) 'محاكاة الطبيعة والتأثير البصري للتصميم البيئي: دراسة تحليلية للمداخل البيونيكية في العمارة الداخلية ,'*مجلة التراث والتصميم*، ٤(22)، أغسطس ٢٠٢٤، ص. ٦٧-٨٥.

عبد المنعم، إ. (٢٠٢٣) 'محاكاة الطبيعة والتأثير البصري للتصميم البيئي: دراسة تحليلية للمداخل البيونيكية في العمارة الداخلية', مجلة الدراسات البصرية والبيئية – جامعة جنوب الوادي, ١٨، ص. ٦٧-٨٥.

ثانيا: المراجع الأجنبية:

Benyus, J. M. (1997). Biomimicry: Innovation inspired by nature. New York: William Morrow.

Carter, J., & Turner, P. (2018). Biomimicry and Interior Design: Sustainable Applications. Journal of Sustainable Architecture, 10(2), 56-67.

Jiang, M., Deng, W. and Lin, H. (2024). Sustainability through Biomimicry: A Comprehensive Review of Bionic Design Applications. Technologies, 9(9), p.507.

Kibert, C.J. (2016) Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery. 4th ed. Hoboken: John Wiley & Sons

Kumar, V., & Gupta, R. (2021). Bionics in Interior Design: Innovations Sustainable Spaces. International Journal of Environmental Design, 14(1), 33-44.

Li, S., Chen, C. and Huang, J. (2024). Digital Bionic Design in Sustainable Interior Spaces. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, 379, pp.343–350.

ثالثا: مواقع الانترنت

AskNature (2025) Passively cooled building inspired by termite mounds. Available at: https://asknature.org/innovation/passively-cooled-building-inspired-by-termite-mounds/ (Accessed: 3 March 2025).

Art-Facts (2025) Seattle Central Library Facts'. Available at: https://art-facts.com/seattle-central-library-facts/ (Accessed: 12 March 2025).

Eden Project (2024) Homepage'. Available at: https://www.edenproject.com/ (Accessed: 1 April 2025).