



ARID Journals

**ARID International Journal for Science and
Technology (AIJST)**

ISSN: 2662-009X

Journal home page: <http://arid.my/j/aijst>

ARID

International Journal for Science and Technology
مجلة أريد الدولية للعلوم والتكنولوجيا

VOL-7 NO.14 DECEMBER 2024

ISSN: 2662-009X

ARID
INTERNATIONAL
JOURNAL FOR SCIENCE
AND TECHNOLOGY

مجلة أريد الدولية للعلوم والتكنولوجيا

المجلد 7 ، العدد 14 ، كانون الأول 2024 م

Architecture and Biomimetic: Conceptual Confusion in the field of Bio Architecture

Wafia Salah Ali Elghali

College of Engineering Sciences, Omdurman University Islamic, Omdurman, Sudan

العمارة والعلوم البيولوجية: الارتباك المفاهيمي في مجال العمارة الحيوية

وافية صلاح علي الغالي
كلية العلوم الهندسية - جامعة أم درمان الإسلامية - أم درمان - السودان

wafia_alghali@yahoo.com

Arid.my/0005-7867

<https://doi.org/10.36772/arid.aijst.2024.7146>

ARTICLE INFO

Article history:

Received 20/08/2024

Received in revised form 25/11/2024

Accepted 10/12/2024

Available online 15/12/2024

<https://doi.org/10.36772/arid.aijst.2024.7146>

ABSTRACT

Biomimetic architecture is experiencing some conceptual confusion, as it intersects between the fields of architecture and biological sciences. If we consider biomimetic as a science, its application to architecture imposes the definition of biomimetic architecture as a science as well. This assertion contradicts the nature of architecture, which can be defined as a technology that aims to transform the world rather than explain it. There is no clear relationship between architecture and life sciences. On the other hand, the biomimetic approach tends to redefine the concept of science to avoid the excesses of science. The illustrative models of biomimetic design show the difficulty of observing real biomimetic architecture, as most cases are closer to architecture or urban planning with little in the way of life sciences.

This paper aims to describe the conceptual confusion of architecture and science through two movements is called “forces”, which envision the transformations between manufactured scientific objects and given experimental objects. The models used in biology and architecture allow for these transformations in their dual function as tools of knowledge and design, potentially forcing them conceptually into what they are not supposed to be, especially in the field of bio architecture where the design process meets scientific knowledge.

Keywords: Biomimetic architecture, architecture, epistemology, design with biology, modeling theory.

المخلص

تشهد العمارة المحاكية للحيوية بعض الارتباك المفاهيمي، حيث تتقاطع بين مجالي الهندسة المعمارية والعلوم البيولوجية. إذا اعتبرنا المحاكاة الحيوية علماً، فإن تطبيقها على العمارة يفرض تعريف العمارة المحاكية للحيوية كعلم أيضاً. يتعارض هذا التأكيد مع طبيعة الهندسة المعمارية التي يمكن تعريفها كتكنولوجيا تهدف لتحويل العالم بدلاً من تفسيره. لا توجد علاقة واضحة بين العمارة وعلوم الحياة، ومن ناحية أخرى، يميل النهج المحاكى للحيوية إلى إعادة تعريف مفهوم العلم لتجنب تجاوزات العلوم. النماذج التوضيحية للتصميم المحاكى للحيوية تظهر صعوبة ملاحظة عمارة محاكية للحيوية حقيقية، حيث تكون معظم الحالات أقرب للهندسة المعمارية أو التخطيط الحضري مع القليل من علوم الحياة.

تهدف هذه الورقة لوصف الارتباك المفاهيمي للهندسة والعلم من خلال حركتين تسمى "القوى"، التي تتصور التحولات بين الأشياء العلمية المصنعة والأشياء التجريبية المعطاة. تسمح النماذج المستخدمة في علم الأحياء والهندسة المعمارية بهذه التحولات بوظيفتها المزدوجة كأدوات للمعرفة والتصميم، مما قد يؤدي إلى إجبارها مفاهيمياً على ما لا يُفترض أن تكون عليه، خاصة في مجال الهندسة المعمارية للحيوية حيث تلتقي عملية التصميم بالمعرفة العلمية.

الكلمات الدالة

الهندسة المعمارية المحاكية للحيوية، الهندسة المعمارية، نظرية المعرفة، التصميم باستخدام علم الأحياء، نظرية النمذجة.

1. المقدمة

العمارة الحيوية، أو المحاكاة الحيوية، تعد أحد التوجهات الحديثة التي تسعى إلى دمج العلوم البيولوجية بالتصميم المعماري لتحقيق استدامة أكبر. يعتبر هذا النهج محاولة لتطبيق المبادئ الحيوية المكتسبة من الطبيعة في تصميم المباني والبيئات العمرانية [1][2]. على الرغم من الإمكانيات الواعدة التي تقدمها العمارة الحيوية، إلا أن هناك ارتباكًا مفاهيميًا كبيرًا حول العلاقة بين العلوم البيولوجية والهندسة المعمارية، مما يثير تساؤلات حول كيفية تحقيق التوازن بين الفن والتكنولوجيا في هذا المجال [3]

1.1 خطة الورقة البحثية الإجمالية:

يتم تنظيم هذه الورقة وفقًا لخطة متكاملة تهدف إلى استكشاف وتحليل العلاقة المفاهيمية بين العمارة والعلوم البيولوجية، مع التركيز على الارتباك المفاهيمي في تطبيقات العمارة الحيوية. تتألف الورقة البحثية من خمس فقرات رئيسية:

1. المقدمة

تعرض هذه المقدمة خلفية عامة حول موضوع الورقة، وأهمية الورقة، ومشكلة الورقة، بالإضافة إلى أهداف الورقة والفرضيات المرتبطة بها. تساعد هذه المقدمة في تحديد السياق العام للورقة البحثية مع توضيح الأهداف التي تسعى إلى تحقيقها.

2. مراجعة الأدبيات

نتناول فيه تحليلًا شاملاً للأدبيات السابقة المتعلقة بالعمارة الحيوية، المحاكاة الحيوية، وتحديات دمج العلوم البيولوجية في التصميم المعماري. يهدف هذا الفصل إلى وضع إطار نظري يساهم في فهم أعمق للموضوع وتحديد الفجوات البحثية.

3. المنهجية وإجراءاتها

نوضح هنا تصميم الورقة، وأدوات جمع البيانات، وإجراءات التحليل المتبعة في الورقة البحثية. كما يتناول الاعتبارات الأخلاقية وحدود الورقة، بالإضافة إلى تقديم الخطة الإجمالية التي تساعد في ربط الورقة البحثية ببعضها البعض.

4. النتائج

نقدم فيها النتائج الرئيسية التي تم التوصل إليها من خلال التحليل الموضوعي للأدبيات، مع التركيز على تفسير وتوضيح النتائج بما يتناسب مع أهداف الورقة والفرضيات المطروحة.

5. الخاتمة

نتناول فيها الاستنتاجات الرئيسية المستخلصة من الورقة البحثية، والتي تعكس تحقيق أهدافها وتأكيد أو دحض الفرضيات المقدمة. كما نقدم التوصيات العملية المبنية على هذه الاستنتاجات، والتي يمكن أن تساعد المماريين والباحثين في تطوير تطبيقات أكثر فعالية واستدامة في مجال العمارة الحيوية.

2. أهمية الورقة البحثية:

تشهد العمارة المعاصرة تحولاً ملحوظاً نحو الاستدامة والتكيف مع البيئة الطبيعية. البحث في العلاقة بين العمارة والعلوم البيولوجية يوفر فهماً أعمق لكيفية تحقيق التوازن بين استدامة التصميم وتحقيق الأهداف البيئية [4]. كما تساعد هذه الورقة في تجاوز التحديات المفاهيمية التي تواجه المصممين والمماريين عند دمج العلم بالتكنولوجيا في المشاريع المعمارية [5]

3. مشكلة الورقة البحثية:

على الرغم من الاهتمام المتزايد بتطبيقات العمارة الحيوية، إلا أن هناك نقصاً في الفهم الواضح لكيفية دمج العلوم البيولوجية بشكل فعال في التصميم المعماري. يركز البحث على دراسة هذا الارتباك المفاهيمي بين العلوم البيولوجية والهندسة المعمارية، وكيف يمكن أن يؤثر ذلك على الابتكار والتطبيق الفعلي للمبادئ الحيوية في العمارة [6]

4. أهداف الورقة

تهدف هذه الورقة إلى:

1. تحليل العلاقة بين العلوم البيولوجية والهندسة المعمارية.
2. استكشاف التحديات المفاهيمية التي تواجه تطبيق المبادئ الحيوية في العمارة.
3. تقديم إطار مفاهيمي يساعد المصممين على تجاوز العقبات النظرية والعملية في تطبيق العمارة الحيوية.

5. الفرضيات

تفترض هذه الورقة أن الارتباك المفاهيمي بين العلوم البيولوجية والهندسة المعمارية هو عامل رئيسي يعيق تطبيق المبادئ الحيوية بشكل فعال في التصميم المعماري. كما يُفترض أن تقديم إطار مفاهيمي متكامل يمكن أن يساهم في تقليل هذا الارتباك وتعزيز الابتكار في العمارة الحيوية.

6. الدراسات السابقة

6.1 الهندسة المحاكاة للحوية و علم البيولوجيا: نقاش مفاهيمي

المعاني الكلاسيكية للعمارة والعلم والتكنولوجيا

في البداية، يجب توضيح بعض التمييزات المفاهيمية قبل الدخول في الارتباك بين المفاهيم. تُشير المعاني الكلاسيكية للعلم إلى عمليتي إعادة إنتاج التجارب (باشلار، 1934) [7] والبناء [8]، مما يتناقض مع المحاكاة الحوية التي تركز على تحويل العالم لأغراض مستدامة بدلاً من وصفه. يعتبر التمييز بين العلم والتكنولوجيا خطوة ضرورية لفهم كيفية تطبيق المحاكاة الحوية في الهندسة المعمارية [9].

المنظرون والتشكيك في مفهوم العلم:

يتساءل الباحثون حول مدى ملاءمة مفهوم العلم للمحاكاة الحوية. تشير جانين بينيوس إلى الحاجة لإعادة التفكير في مكانة البشر في النظام البيئي، رافضةً العلمانية وتلمح إلى التحول في العلم من دور وصفي إلى توجيهي (بينيوس، 2002، ص 33) [10][11]. يتحدى بعض المنظرين هذه الرؤية وي طرحون فكرة تعلم البشر من الطبيعة التي تمتلك المعرفة [12]. يتناول هؤلاء المنظرون الثنائية بين التكنولوجيا البشرية والطبيعة بطرق مختلفة، مما يعكس تعقيد العلاقة بين العلم والمحاكاة الحوية [13][14].

المحاكاة الحيوية كعلوم بيولوجية تلتقي بالهندسة المعمارية:

تحاول المحاكاة الحيوية استخدام علم الأحياء في تصميم الهندسة المعمارية. يدافع العديد من الباحثين عن استخدام العلوم البيولوجية في التصميم [15]، [16] ويتحدثون عن مستويات مختلفة لتطبيق علم الأحياء في العمارة. تركز المحاكاة الحيوية المعاصرة على أساس علمي يتطلب معرفة أولية بالظواهر الطبيعية [17].

تسعى بعض الأعمال الحديثة إلى دمج علوم الحياة والهندسة المعمارية، مثل أعمال بيتر جروبر (2011) [18] التي تحاول إيجاد تداخلات بين المجالات وتقدم أطراً مفاهيمية يمكن استخدامها في التصميم. يشير مايكل بولين (2011) [19] إلى أهمية اكتساب المهندسين المعماريين للمعرفة الأساسية في علم الأحياء.

تُظهر المحاكاة الحيوية المعاصرة اهتماماً باستخدام علم الأحياء في التصميم الهندسي، مع تباين في الآراء حول كيفية دمج هذه المعرفة العلمية في الممارسة الهندسية. تعكس هذه التحديات والاختلافات في الرؤى تعقيد المجال وتؤكد على الحاجة إلى تحقيقات أكثر دقة لفهم كيفية تطبيق المحاكاة الحيوية بشكل فعال ومستدام في الهندسة المعمارية [5]، [20].

6.2 عدم التطابق: من المفاهيم إلى ممارسة التصميم الحقيقي

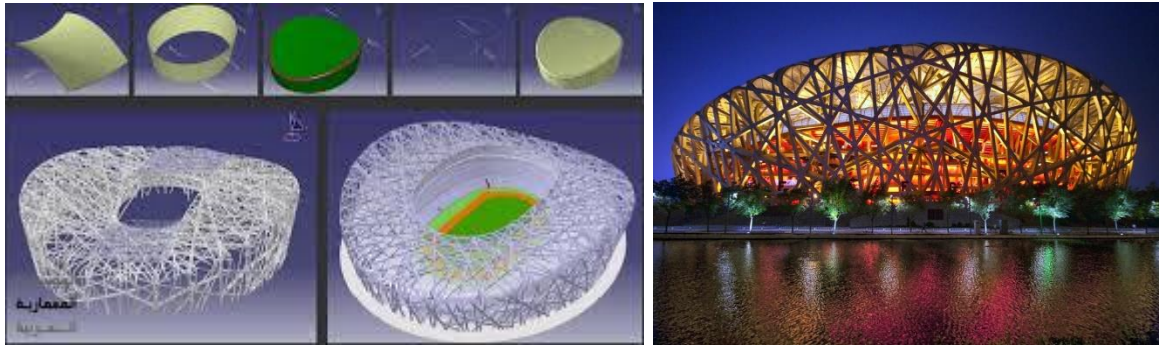
عند دراسة العمارة الحيوية، يتبين أن فكرة العمارة المحاكية للحياة تكون علمية ومعمارية حقيقية هي مسألة إشكالية. فالهندسة المعمارية، في ممارستها، لا تعتمد بشكل كامل على العلوم البيولوجية، كما أنها لا تبدو علمية بطبيعتها. وعندما تتضمن بعض العناصر البيولوجية، فإن النتائج لا تبدو دائماً معمارية بحتة.

البيولوجيا كوسيط يؤدي إلى علوم أخرى:

يصف بعض الباحثين نماذج مستوحاة من الطبيعة بأنها قد تؤدي إلى جماليات معيارية. يرفض بعض المنظرين فكرة تفوق الوظيفة على الشكل في المحاكاة الحيوية، ويعتبرونها مجرد تسمية جديدة لممارسة قديمة. يتناقض هذا مع منظري المحاكاة الحيوية الآخرين كبيدرسن زاري، الذين يرون أن التصميمات المحاكية للحياة تفتقر للاتساق النظري ويقترحون أطراً يجب اتباعها [21] [22]

أظهر علم التصميم أن الهندسة المعمارية هي مجال للحلول غير المثالية، حيث لا يمتلك المصممون موارد كافية لإيجاد الحل الأمثل [23] [24]. عند دراسة حالات الهندسة المعمارية الحيوية، يظهر دور العلوم البيولوجية عابراً، وغالباً ما تقود إلى علوم أخرى (رياضيات، فيزياء، هندسة). كما تميل المعرفة البيولوجية أثناء التصميم لأن تكون تقريبية [6]. وفي التصميم الحضري قد تكون النماذج فنية أكثر منها علمية [23].

في حالات أخرى، كما في ملعب بكين الوطني (من تصميم المعماريين جاك هيرتسوغ وبيار دي مورون)، كان الإلهام من عش الطائر فنيًا أكثر من كونه علميًا [25]. كذلك في مشاريع أجنحة ICD/ITKE بجامعة شتوتغارت، كانت المعرفة البيولوجية مفيدة عند اعتبار الكائنات نماذج ميكانيكية [26]



صورة (1): ملعب عش الطائر

صورة (2): الهيكل الصلب من ملعب عش الطائر

الوطني الكثير من العمارة المحاكية للحيوية تميل لتكون مكونات معمارية وليس مباني كاملة. أمثلة على ذلك واجهات حية أو مواد ذات خواص حيوية [6]. هذه المكونات تعامل كأجهزة هندسية قابلة للتكرار أكثر من كونها تصاميم فريدة بالموقع [27] [28]. اقترح بعض الباحثين أن التقليد ليس عملية مناسبة للتصميم المعماري، بل يجب التفكير فيما وراء التقليد نحو "عمارة حيوية" مستقبلية [29]



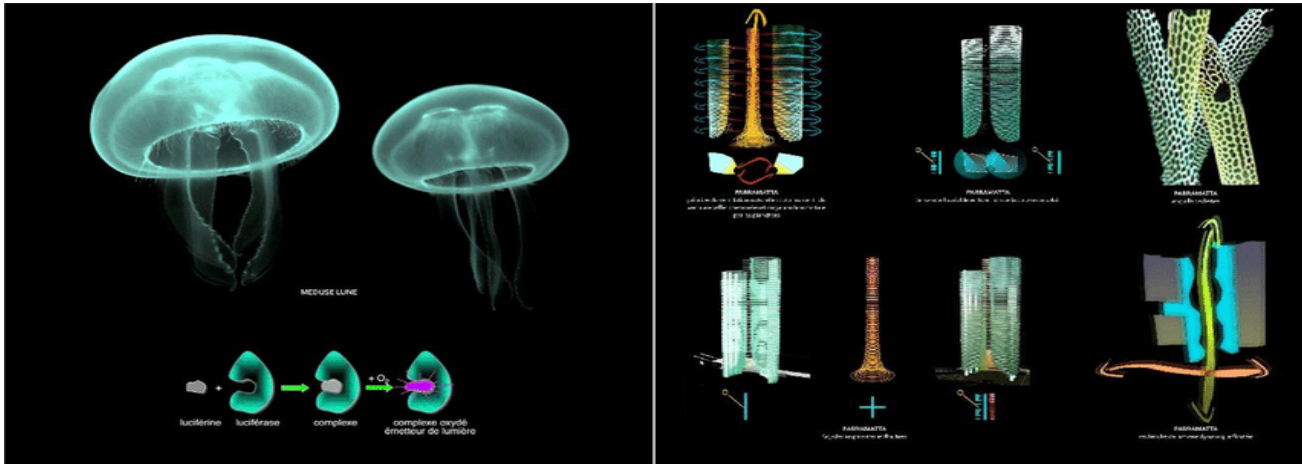
صورة (3): جامعة شتوتغارت تصميم أجنحة

هندسة معمارية عابرة بين الهندسة المعقدة والأجحة البسيطة والمخططات الحضرية:
الكثير من العمارة المحاكية للحيوية تميل إلى أن تكون مكونات معمارية بدلاً من مساحات معمارية كاملة. تتضمن أمثلة ذلك في
الواجهة الحية من استوديو شارتيير داليس، ونظام واجهة التظليل "بيلام" من قبل "Art & Build"، ومادة التألؤ الحيوي من

[6] "Tangram Architects"



صورة (4): واجهة التظليل "بيلام" من قبل "Art & Build"



(a)

(b)

صورة (5): (a) مفاهيم جولة Parramatta-bioescence المطبقة على الهندسة المعمارية، (b) سمكة Moon Jelly ذات الخصائص المضيئة (مصدر الصورة: Tangram Architects + TREEX).

تلعب هذه المكونات دورًا في التصميم المعماري، لكنها تتجاوز مسألة الموقع والتصميم الخاص بالموقع، الأمر الذي ينتج أشياءً معمارية لا يمكن تكرارها بسهولة [28]. تُعامل هذه المكونات كأجهزة هندسية، وقد أشار ريبلي وبوشان [29] إلى أن التقليد ليس عملية مناسبة للتصميم المعماري، مقترحين مفهوم "الهندسة المعمارية الحيوية" كتكهنات مستقبلية لما يمكن أن تكون عليه الهندسة المعمارية.

تعقيد العمارة المحاكية للحوية

بينما توجد أمثلة على العمارة المحاكية للحوية المعقدة مثل مركز إيستجيت في هراري وملعب بكين الوطني، إلا أنها لا تعكس التوجه العام نحو المحاكاة الحوية الحقيقية [30]. تمثل هذه الحالات أمثلة قليلة على النجاح في دمج البيولوجيا مع الهندسة المعمارية، لكنها لا تزال تحتاج إلى دراسة أعمق لفهم كيفية تحقيق العمارة المحاكية للحوية على نطاق أوسع وأكثر تعقيدًا [31] [32]



صورة (7): ملعب بكين الوطني



صورة (6): مركز إيستجيت في هراري

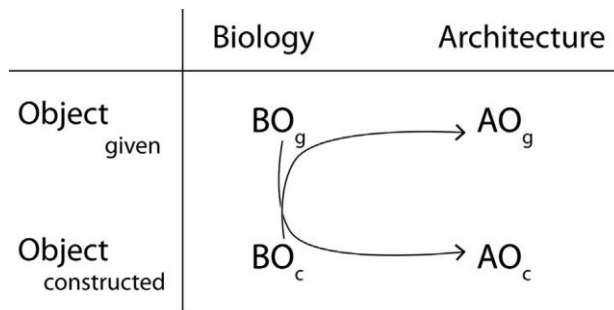
6.3 قوتين مفاهيميتين: الهندسة المعمارية والعلوم البيولوجية

لفهم العلاقة المربكة بين علم الأحياء والهندسة المعمارية، يجب التمييز بين الأشياء العلمية والتجريبية. تميل العمارة لاعتبار المباني أشياء مبنية، فيما تتعامل العلوم البيولوجية مع كائنات حية. يمكن للنماذج أن تيسر التحولات الدلالية بين المجالين، مما يسهم في فهم أفضل [27]، [22]

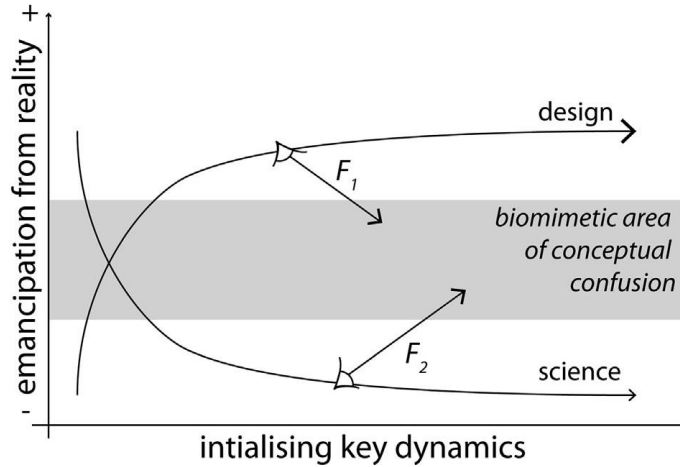
بناءً على هذه التحليلات، يُظهر أن الارتباك الناجم عن الجمع بين التصميم المعماري والعلوم البيولوجية يمكن تفسيره من خلال التحولات الدلالية التي تيسرها النماذج. هذا يدعو إلى إعادة النظر في كيفية تطبيق العلم في التصميم المعماري، وتجنب إجبار البيولوجيا أو الهندسة المعمارية على ما ليس عليه بشكل طبيعي.

يوضح الشكل 1 التحولات الدلالية التي تحدث عندما تنتقل النماذج من مجال الهندسة المعمارية إلى علم الأحياء والعكس. يمثل كل سهم في الشكل تحولاً دلاليًا، حيث يتم إعادة تفسير الكائن أثناء عبوره بين المجالات. في هذا السياق، يتم التعامل مع البطة ككائن بيولوجي في علم الأحياء، مما يؤدي إلى تجاهل الفهم الثقافي أو الاجتماعي للكائن. في المقابل، يتم التعامل مع عملية التوازن الداخلي ككائن تجريبي في الهندسة المعمارية، مما يؤدي إلى تجاهل النظام المفاهيمي الذي يحمل فيه معنى محددًا. توضح هذه التحولات كيف يمكن أن يؤدي خلط الكائنات المبنية والتجريبية إلى إجبار علم الأحياء أو الهندسة المعمارية على ما ليس لهما، وبالتالي، يمكن أن يكون من المفيد تقليد هذا التوازن الداخلي في تصميم المباني، لأنه قد يجلب أفكارًا بديهية حول كيفية تنظيم الواجهات كأغشية منظمة.

الشكل 2 يوضح ديناميكية القوتين المفاهيميتين، اللتين تؤثران على كيفية فهم الأشياء في التصميم المعماري والعلوم البيولوجية. تشير القوة الأولى (F1) إلى تجاهل ممارسات التصميم لصالح النظر إلى الأشياء كأشياء مبنية علمياً بالفعل، مما يؤدي إلى فرض تفسير علمي على الكائنات التجريبية. من ناحية أخرى، تشير القوة الثانية (F2) إلى محاولة استخدام البيولوجيا كمادة غير مبنية ولكنها معطاة مناسبة للهندسة المعمارية، مما يؤدي إلى فرض الفهم التجريبي على الكائنات المبنية. تُظهر هذه الديناميكية كيف يمكن أن تؤدي التحولات الدلالية إلى الارتباك المفاهيمي في الجمع بين التصميم المعماري والعلوم البيولوجية. يفترض التصميم المعماري الواقعي أن العلم يصف الواقع دون تغييره، بينما تهدف التكنولوجيا إلى تعديل الواقع التجريبي. من خلال هذه الأشكال، يمكن فهم كيف يمكن للنماذج أن تلعب دوراً رئيسياً في هذه التحولات، وأن التحولات المفاهيمية تؤدي إلى الارتباك عند تقاطع المجالات العلمية والهندسية.



الشكل(1): التحولات بين الكائنات المصنّعة والمعطاة في المحاكاة الحيوية.(المصدر: الباحث)



الشكل (2): القوتين (F_1 و F_2) كعاملين في تحويل التركيز خارج العمليات المنتظمة. (المصدر: الباحث)

6.4 إجبار العمارة على شيء آخر: صنع العلم (F_1)

صنع العلم: F_1 إجبار العمارة على شيء آخر

في سعي لتتبع حركة F_1 ، يتم تجاهل طبيعة العمارة وعلاقتها بالمعرفة، مما يؤدي إلى تأثيرات جانبية تشمل مطابقة عملية التصميم بدقة عالية وتجاهل تعقيد البيولوجيا. هذه الحركة تخلق غموضاً حول العلم في التصميم المعماري، حيث إن المحاولات لجعل التصميم العلمي صارماً غالباً ما تنتهي بالفشل [7].

المحاكاة الحيوية تميل إلى فرض أساليب جديدة مثل النقل القياسي، إلا أن المصممين غالباً ما يكونون متشككين تجاه هذه الأساليب، مما يخلق فجوة بين النظرية والتطبيق العملي. النمذجة الرقمية تلعب دوراً في التصميم، ولكنها لا تحل محل الأدوات التقليدية مثل الورقة والقلم [2].

البيولوجيا، من ناحية أخرى، تُعتبر مجالاً غير متجانس من الممارسات، مما يجعل من الصعب تطبيقها بدقة في التصميم المعماري. غياب النظريات الواضحة في البيولوجيا يعقد استخدام النماذج في التصميم، مما يبرز الحاجة لفهم أعمق للعلاقات بين الطبيعة والتكنولوجيا [19].

تمثل بعض المشاريع مثل ملعب بكين الوطني مثالاً على الإلهام البيولوجي في التصميم، حيث تم استخدام نموذج عش الطائر، ولكن دون تدخل علمي كبير. يعكس هذا التوجه الفني أكثر من العلمي في التصميم المعماري [25].

على العكس، في مشاريع مثل أجنحة ICD/ITKE في جامعة شتوتغارت، كانت المعرفة البيولوجية أكثر فائدة عندما تم اعتبار الحيوانات كنماذج ميكانيكية بدلاً من كائنات حية، مما يوضح تأثير المعرفة النظرية في علم الأحياء على عملية التصميم [19].

تلعب النماذج دوراً مهماً في تصميم العمارة المحاكية للطبيعة، حيث تساعد في اختبار الخصائص المعمارية قبل بناء المباني. هذه النماذج تختلف عن النماذج البيولوجية التي تهدف إلى تفسير الظواهر الطبيعية، مما يبرز الفجوة بين العلم والتصميم [6]. علم العمارة: F2 إجبار البيولوجيا على شيء آخر

العمارة، التي تتجاوز مجرد توفير مأوى، تعتبر انعكاساً ثقافياً واجتماعياً للمجتمعات التي تنشأ فيها. عندما تُستخدم البيولوجيا في التصميم المعماري، فإن ذلك يثير تساؤلات حول التوازن بين الجوانب الفنية والعلمية في هذا المجال. يشير استخدام البيولوجيا في العمارة إلى تحويل العناصر البيولوجية إلى رموز وأشكال معمارية، حيث يتم تبني هذه العناصر بشكل شبه مسلم به دون مراعاة الدقة العلمية المطلوبة في البيولوجيا. هذه العملية قد تؤدي إلى تحويل البيولوجيا إلى شيء آخر لا يعكس طبيعتها العلمية الدقيقة، مما يساهم في خلق فجوة بين التصميم المعماري والمعرفة العلمية [3].

بالإضافة إلى ذلك، يبرز هنا الاختلاف الجوهرى بين القيم العلمية والمعمارية. في العلوم البيولوجية، يُعتبر التجريد وتبسيط الظواهر الطبيعية عنصراً أساسياً في فهم العمليات الحيوية. على النقيض من ذلك، يُعتبر التصميم المعماري مجالاً يعتمد بشكل كبير على الأشكال والرموز التي تعبر عن التجربة الإنسانية والمفاهيم الثقافية [19]. هذا الاختلاف قد يؤدي إلى تفسير غير دقيق للعناصر البيولوجية عند استخدامها في التصميم المعماري، حيث يتم تحويلها إلى رموز معمارية قد لا تعكس بشكل كامل المعاني العلمية الأصلية [18].

يعتبر الجمع بين العمارة والبيولوجيا تحدياً يتمثل في كيفية تحقيق توازن بين الدقة العلمية ومتطلبات التصميم الفني. في هذا السياق، تلعب النماذج والتجريدات دوراً مهماً في تحقيق هذا التوازن. النماذج البيولوجية تستخدم في العلوم لفهم وتبسيط العمليات الحيوية، بينما يتم استخدام النماذج المعمارية لتوضيح الأفكار والمفاهيم التصميمية. ومع ذلك، قد يؤدي استخدام النماذج البيولوجية في العمارة إلى تبسيط مفرط للعناصر البيولوجية، مما يؤدي إلى سوء تفسير لهذه العناصر في السياق المعماري [20].

علاوة على ذلك، يظهر أن العمارة المحاكية للطبيعة تميل إلى تقديم رموز بصرية تُعتبر جزءاً من التجربة المعمارية الكلية. هذه الرموز تعكس تقارباً بين العمارة والمحاكاة الحيوية، حيث يتم استخدام الأشكال الطبيعية لتوضيح مفاهيم معمارية، إلا أن هذا التوجه قد يؤدي إلى تباعد عن الدقة العلمية [20]. في النهاية، يُعتبر التحدي الأكبر في هذا المجال هو كيفية استخدام المعرفة العلمية البيولوجية بشكل صحيح ودقيق في التصميم المعماري، دون الإخلال بالطبيعة الفنية للعمارة أو تقليل الدقة العلمية للبيولوجيا. هذه القضايا تؤكد الحاجة إلى فهم أعمق للعلاقات بين العلم والفن في العمارة المحاكية للطبيعة، وتطوير أطر مفاهيمية تساعد في تجاوز هذه التحديات وتحقيق توازن بين الجوانب الفنية والعلمية [6].

7. المنهجية وإجراءاتها

7.1 تصميم الورقة البحثية

تهدف هذه الورقة إلى استكشاف العلاقة المفاهيمية بين العمارة والعلوم البيولوجية، مع التركيز على التحديات التي تواجه تطبيق مبادئ المحاكاة الحيوية في التصميم المعماري. نظراً للطبيعة النظرية لهذه الورقة، فإن التصميم المستخدم هو تصميم بحثي نوعي (qualitative research design). يتمحور هذا التصميم حول تحليل الأدبيات السابقة والتفكير النقدي في المفاهيم والنظريات المتعلقة بالموضوع [24]. من خلال هذا التصميم، يسعى البحث إلى بناء إطار مفاهيمي جديد يساعد على توضيح العلاقة بين العلوم البيولوجية والهندسة المعمارية.

7.2 أدوات جمع البيانات

تم جمع البيانات اللازمة لهذا البحث من مصادر ثانوية، بما في ذلك الكتب، والمقالات العلمية، والأبحاث المنشورة، والتقارير المتعلقة بموضوع العمارة الحيوية. تعتمد الدراسة بشكل أساسي على تحليل محتوى الأدبيات الحالية (literature review) لاستكشاف المفاهيم والنظريات المتعلقة بتطبيق المحاكاة الحيوية في التصميم المعماري [25]. تم استخدام محركات البحث الأكاديمية مثل Google Scholar، وJSTOR، وSpringer للحصول على المراجع الضرورية.

7.3 إجراءات التحليل

تمت عملية تحليل البيانات باستخدام منهجية التحليل الموضوعي (thematic analysis). بدأ التحليل بتحديد المواضيع الرئيسية المتكررة في الأدبيات المتعلقة بالعمارة الحيوية والمحاكاة الحيوية [26]. تم تصنيف البيانات إلى فئات مختلفة بناءً على تلك المواضيع، مما ساعد على فهم التحديات المفاهيمية التي تواجه دمج العلوم البيولوجية في العمارة. من ثم، تم استخدام هذه الفئات لتطوير إطار مفاهيمي يساعد المصممين والمعماريين على تجاوز العقبات النظرية والعملية في تطبيق العمارة الحيوية [27].

7.4 الاعتبارات الأخلاقية

بما أن هذه الورقة تعتمد على تحليل الأدبيات فقط ولا يتضمن جمع بيانات أولية من المشاركين، فإن المخاوف الأخلاقية المرتبطة بها محدودة. تم الالتزام بجميع المبادئ الأخلاقية المتعلقة بالاستخدام العادل للأدبيات والالتزام بحقوق الملكية الفكرية، حيث تم الاستشهاد بجميع المصادر المستخدمة بطريقة صحيحة وفقاً لأسلوب معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE).

8. حدود الورقة البحثية

على الرغم من أن الورقة توفر تحليلاً شاملاً للمفاهيم المرتبطة بالعمارة الحيوية، إلا أنها تقتصر على الأدبيات المتاحة باللغة الإنجليزية وبعض المصادر العربية. قد تكون هناك مفاهيم وتحديات أخرى غير مستكشفة بسبب هذا التقييد اللغوي [28]. بالإضافة إلى ذلك، نظراً للطبيعة النظرية للورقة، فإن النتائج قد لا تكون قابلة للتطبيق بشكل مباشر في جميع السياقات العملية [29].

10. الخاتمة

ختاماً، لقد أظهرت هذه الورقة أن العمارة الحيوية، برغم طموحها في تحقيق اندماج بين الهندسة المعمارية والعلوم البيولوجية، إنها تواجه تحديات مفاهيمية جوهرية، تكمن في محاولة دمج نظامين معرفيين مختلفين، أحدهما يهتم بالتصميم والبناء والآخر يهتم بدراسة الكائنات الحية وإن محاولة محاكاة العمليات الحيوية المعقدة في التصميم المعماري تثير أسئلة حول حدود المعرفة الهندسية وقدرتها على فهم وتطبيق المبادئ البيولوجية. في المستقبل، يمكن أن تساهم التطورات في مجالات مثل البيولوجيا الحاسوبية والذكاء الاصطناعي في تطوير أدوات تصميم أكثر دقة وتقليداً للعمليات الحيوية. ومع ذلك، يجب أن يظل الهدف الرئيسي للعمارة الحيوية هو تحقيق توازن بين الإلهام من الطبيعة والاحتياجات البشرية والقيود التكنولوجية.

10.1 الاستنتاجات

من خلال دراسة العلاقة بين العمارة والعلوم البيولوجية في سياق العمارة الحيوية، تبين أن هناك ارتباطًا مفاهيميًا كبيرًا يؤثر على تطبيق مبادئ المحاكاة الحيوية في التصميم المعماري. هذا الارتباط ينشأ بشكل رئيسي من الاختلاف الجوهرى بين أهداف العلم، الذي يسعى لفهم وتفسير الطبيعة، وأهداف التصميم المعماري، الذي يسعى لتعديل البيئة بما يتناسب مع الاحتياجات البشرية.

يتضح من خلال التحليل أن المحاكاة الحيوية تمثل نهجًا متعدد التخصصات يتطلب تعاونًا وثيقًا بين علماء البيولوجيا والمعماريين. هذا التعاون يسهم في تحقيق تصميمات معمارية مستدامة ومبتكرة، لكنه أيضًا يفرض تحديات نظرية وعملية تتعلق بكيفية تطبيق المبادئ العلمية في الممارسات التصميمية.

على الرغم من النجاحات الملحوظة في بعض المشاريع المعمارية التي استلهمت من الطبيعة، مثل ملعب بكين الوطني، إلا أن هذه الأمثلة تظل استثنائية. هذا يشير إلى الحاجة لتطوير إطار مفاهيمي أوضح يساعد على دمج العلوم البيولوجية في التصميم بشكل أكثر فعالية.

بالتالي، يمكن القول إن الاستنتاج الرئيسي لهذه الورقة هو أن الفجوة بين العلم والتصميم يمكن أن تصبح مصدرًا للإبداع إذا ما تم استغلالها بشكل صحيح. الفهم العميق لهذه الفجوة وتوظيف التحولات الدلالية بين العلم والعمارة يمكن أن يسهم في تطوير تصاميم معمارية تستجيب بشكل أفضل لتحديات الاستدامة البيئية.

10.2 التوصيات

1. تعزيز التعاون بين العلماء والمصممين: يجب تعزيز الحوار بين علماء البيولوجيا والمعماريين لتبادل المعرفة والأفكار، مما يساهم في تطوير حلول تصميمية مستدامة تتجاوز التحديات المفاهيمية الحالية.
 2. تطوير أطر مفاهيمية جديدة: هناك حاجة لتطوير أطر مفاهيمية تساعد المعماريين على فهم واستيعاب المبادئ العلمية بشكل أفضل، مما يساهم في تعزيز التطبيق العملي للمحاكاة الحيوية في التصميم المعماري.
 3. تشجيع الأبحاث التطبيقية: ينبغي تشجيع المزيد من الأبحاث التطبيقية التي تركز على دمج العلم والتكنولوجيا والفن في تصميمات معمارية متكاملة، مع التركيز على التجارب العملية التي يمكن أن توفر دروساً قيمة في كيفية التعامل مع التحديات المفاهيمية.
 4. إدراج المحاكاة الحيوية في مناهج التعليم المعماري: يجب تضمين المحاكاة الحيوية كجزء من مناهج التعليم المعماري لتدريب الجيل الجديد من المعماريين على التفكير النقدي والإبداعي في كيفية دمج العلوم البيولوجية في التصميم.
 5. توسيع نطاق الأبحاث لتشمل مختلف السياقات البيئية والثقافية: يجب توسيع نطاق الأبحاث في مجال العمارة الحيوية ليشمل مختلف السياقات البيئية والثقافية، مما يساهم في تطوير حلول تصميمية تلبي احتياجات متنوعة وتعزز من استدامة المشاريع المعمارية على نطاق واسع.
- بهذه التوصيات، يمكن للمجتمع المعماري أن يخطو خطوات جادة نحو تحقيق استدامة أكبر وتطبيق أكثر فعالية لمبادئ المحاكاة الحيوية، مما يساهم في تحسين جودة الحياة على كوكبنا.

قائمة الاختصارات ICD/ITKE		
The Institute for Computational Design & Construction.	(ICD)	معهد التصميم الحاسبي
Institute of Electrical and Electronics Engineers	(IEEE)	معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات
The Institute of Building & Structural Design.	(ITKE)	معهد هياكل البناء والتصميم الإنشائي

قائمة المصادر والمراجع:

- [1] أبو العلا، أ. س. م. (2017) "المحاكاة البيولوجية وتطبيقاتها في الشكل المعماري والعمارة الداخلية"، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، 2(7)، ص. 66-78. متاح عبر: https://mjaf.journals.ekb.eg/article_96567.html [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [2] M. Pedersen Zari (2007) "Biomimetic approaches to architectural design for increased sustainability," The University of Auckland. متاح عبر: <https://researchspace.auckland.ac.nz/handle/2292/4536>. [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [3] M. Aboulnaga and S. E. Helmy (2023) Biomimetic architecture and its role in developing sustainable, regenerative, and livable cities: Global perspectives and approaches in the age of COVID-19, Springer. متاح عبر: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-77678-8> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [4] فتحي، س. أ. (2018) "المحاكاة العضوية (Biomimicry) كأحد الأساليب الإبداعية في فن العمارة الحديثة"، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، 3(10)، ص. 84-104. متاح عبر: https://mjaf.journals.ekb.eg/article_96568.html [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [5] H. Varenne (2014) "Models in architecture and biology," Science and Technology Studies, 27(3), pp. 99-112. متاح عبر: <https://doi.org/10.1080/02691728.2013.784275> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [6] Y. Bar-Cohen (2005) Biomimetics: Biologically inspired technologies, CRC Press. متاح عبر: <https://www.routledge.com/Biomimetics-Biologically-Inspired-Technologies/Bar-Cohen/p/book/9780849331633>. [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [7] J. M. Benyus (2023) "Biomimicry in architecture: A review of definitions, case studies, and design methods," MDPI. متاح عبر: <https://doi.org/10.3390/biomimetics8010107> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [8] الشريف، م. أ. (2021) "الطبيعة كمصدر استلهام في العمارة والتصميم الداخلي". متاح عبر: <https://search.emarefa.net/detail/BIM-1142798> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [9] باشلار، غ. (1984) The New Scientific Spirit, Beacon Press. متاح عبر: <https://www.beacon.org/The-New-Scientific-Spirit-P746.aspx> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024]. (ملاحظة: المؤلف في الأصل فرنسي Gaston Bachelard وكتابه (1934) Le nouvel esprit scientifique، استخدمنا الترجمة الإنجليزية.)
- [10] داود، ع. س. (2011) "طبقات العمارة المستدامة". متاح عبر: <https://search.emarefa.net/detail/BIM-307963> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [11] T. Speck et al. (2017) "Functional morphology and biomimetic potential of stem anatomy and biomechanics in various vines," Integrative and Comparative Biology, 57(4), pp. 623-640. [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024]. <https://doi.org/10.1093/icb/icx062> متاح عبر:
- [12] بينيوس، ج. (2002) Biomimicry: Innovation Inspired by Nature, Harper Perennial. متاح عبر: <https://www.harpercollins.com/products/biomimicry-janine-m-benyus> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [13] الزبيدي، م. ص. س. وشاهين، ب. ر. (2008) "مبادئ الاستدامة في العمارة التقليدية وفق المنظور الإسلامي"، المجلة العراقية للهندسة المعمارية، 4(12-13)، ص. 74-91. متاح عبر: <https://search.emarefa.net/detail/BIM-334769>. [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [14] H. Dicks (2018) The philosophy of biomimicry, Routledge. متاح عبر: <https://www.routledge.com/The-Philosophy-of-Biomimicry/Dicks/p/book/9781138082341> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].

- [15] P. Heil and R. Vitalis (2021) "Biomimetic architecture: A new paradigm," *Architectural Research Quarterly*, 25(2), pp. 107-123. متاح عبر: <https://doi.org/10.1017/S1359135521000250> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [16] أيوب، م. (2024) "البناء المستدام: ركيزة الصعود للعمارة المستدامة". الكيدرا. متاح عبر: <https://algedra.ae> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [17] N. Chayaamor-Heil (2023) "From bioinspiration to biomimicry in architecture," *Encyclopedia*: متاح عبر: <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3010014> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [18] R. Vitalis (2021) "Structural inspiration from nature," *Structural Engineering Review*, 29(2), pp. 58-73. متاح عبر: <https://doi.org/10.1016/j.struceng.2020.12.002> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [19] J. F. V. Vincent, O. A. Bogatyreva, N. R. Bogatyrev, A. Bowyer, and A. K. Pahl (2006) "Biomimetics: Its practice and theory," *Journal of The Royal Society Interface*, 3(9), pp. 471-482. متاح عبر: <https://doi.org/10.1098/rsif.2006.0127> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [20] الأكاديمية بوست. (2024) "العمارة الحيوية – كيف شكّلت الطبيعة العمران والهندسة؟" الأكاديمية بوست. متاح عبر: <https://elakademiapost.com> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [21] Pawlyn, M. (2011) *Biomimicry in Architecture*, RIBA Publishing. متاح عبر: <https://www.ribapublishing.com> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [22] M. Raynaud (2001) "The role of components in architectural design," *Journal of Architectural Theory*, 5(3), pp. 233-245. متاح عبر: <https://doi.org/10.1111/1467-9655.00023> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [23] B. Bensaude-Vincent and H. Dicks (2011) *Technoscience and environmental sustainability*, Springer. متاح عبر: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-007-1901-6> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [24] J. W. Creswell and C. N. Poth (2018) *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*, 4th ed., SAGE. متاح عبر: <https://us.sagepub.com/> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [25] C. Hart (2018) *Doing a literature review: Releasing the research imagination*, SAGE. متاح عبر: <https://us.sagepub.com/en-us/nam/doing-a-literature-review/book232914> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [26] V. Braun and V. Clarke (2006) "Using thematic analysis in psychology," *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), pp. 77-101. متاح عبر: <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [27] L. S. Nowell, J. M. Norris, D. E. White, and N. J. Moules (2017) "Thematic analysis: Striving to meet the trustworthiness criteria," *International Journal of Qualitative Methods*, 16(1), pp. 1-13. متاح عبر: <https://doi.org/10.1177/1609406917733847> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [28] A. Coste (1997) *Design theory and practice*, Routledge. متاح عبر: <https://www.routledge.com/Design-Theory-and-Practice/Coste/p/book/9781138129923> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [29] H. A. Simon (2004) *The sciences of the artificial*, MIT Press. متاح عبر: <https://mitpress.mit.edu/books/sciences-artificial> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [30] M. Minges (2015) "Innovative architectural design," *Stuttgart University Press*. متاح عبر: <https://www.uni-stuttgart.de/en/research/> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].
- [31] M. Helms, S. S. Vattam, and A. K. Goel (2009) "Biologically inspired design: Process and products," *Design Studies*, 30(5), pp. 606-622. متاح عبر: <https://doi.org/10.1016/j.destud.2009.04.003> [تم الوصول: 11 ديسمبر 2024].

[32] P. Ripley and B. Bhushan (2016) "Biomimicry for architectural design," Advanced Materials Journal, 28(5), pp. 1032-1040. [متاح عبر: https://doi.org/10.1002/adma.201504230](https://doi.org/10.1002/adma.201504230)
[تم الوصول: 11 ديسمبر 2024]