Journal of Al-Azhar University Engineering Sector

Vol. 19, No. 70, January 2024, 326-353

# EXPERIMENTAL AND INTERACTIVE TECHNOLOGIES AND DIGITAL INTEGRATION INTO THE DESIGN PROCESS

**Walid Mohammed Santabay, Hisham Ahmed Sobh, Ahmed Al Kordy**

Department of Architectural Engineering, Faculty of Engineering, Al-Azhar University, Cairo, Egypt

***Correspondence:** Eng_arch@hotmail.com

**Citation:**

W. M. Santabay, H. A. Sobh and A. Al Kordy," Experimental and Interactive Technologies and Digital Integration into The Design Process ", Journal of Al-Azhar University Engineering Sector, vol. 19, pp. 326-353, 2024

**Received: 18 September 2023**

**Revised: 8 November 2023**

**Accepted: 29 December 2023**

**DOI: 10.21608/auej.2023.237425.1427**

Copyright © 2024 by the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International Public License (CC BY-SA 4.0)

## ABSTRACT

The research paper discusses the study and application of the dimensions of the evolution of digital performance techniques in the design process. This is done through what international institutions, universities, and entities related to the architectural field have reached. Digital technologies have changed and will continue to change how we draw, design, and perceive information, the time required for testing, experimentation, and partial or complete production. These new tools have the potential to make architectural work more productive, but more importantly, they change the way we design.

The application of digital performance techniques in the three systems (CAAD - CAM - BCIM) and integrated performance integration techniques in digital design, quantitative manufacturing, and artificial intelligence have established a new approach in the field of architecture. This has significantly impacted the development of design and planning tools, production capabilities, performance evaluation standards for buildings and neighborhoods, environmental performance measurement, and the readiness of these buildings to harmonize with the environment and adaptability for future development.

The research aims to study and apply the dimensions of the evolution of digital performance techniques in the design process by teaching these techniques to future generations in a fundamental and sustainable manner. This should be done through what international institutions, universities, and entities related to the architectural field have achieved. The results also indicate the necessity of providing sufficient infrastructure for teaching these techniques in universities and scientific institutions for future generations and decision-makers in architecture and specialists. Their role should not be limited to traditional design and execution work alone.

**KEYWORDS**: Digital technologies, Interactive environment, Virtual reality, Augmented reality Extended reality, Metaverse techniques, Algorithmic design, Artificial intelligence.

# التقنيات التجريبية والتفاعلية والتكامل الرقمي في العملية التصميمية

**وليد محمد سنطباي ، هشام احمد صبح ، أحمد محمد الكردي**

قسم الهندسة المعمارية ، كلية الهندسة ، جامعة االزهر، القاهرة ، مصر

***البريد االليكتروني للباحث الرئيسي** : Eng_arch@hotmail.com

## الملخص

مع استمرار أزمة الطاقة التي يعاني منها العالم نتيجة لتزايد النمو العمراني وتناقص موارد الطاقة غير المتجددة، تزايد الإهتمام باتجاهات تتناول الورقة البحثية دراسة وتطبيق أبعاد تطور تقنيات الأداء الرقمية في العملية التصميمة، وذلك من خلال ماتوصلت اليه المؤسسات الدولية، والجامعات، والكيانات ذات الصلة بالمجال المعماري، فالتقنيات الرقمية غيرت وسوف تُغير كيف نرسم وكيف نصمم وكيف نرى المعلومات، والمدة الزمنية للإختبار والتجربة والإنتاج الجزئي أو الكلي، وهذه الادوات الجديدة لديها إمكانيات تجعل من العمل المعماري أكثر إنتاجية ولكن ما هوأهم أنها تُغير الطريقة التى نصمم بها.

يعتبرتطبيق تقنيات الأداء الرقمية في المنظومات الثلاث (CAAD- CAM- BCIM ) والأنظمة الغير إندماجية والتقنيات الاندماجية المتكاملة Performance Integration Techniques in Design في التصميم الرقمي Digital design والتصنيع الكمي Quantitative manufacturingوالذكاء الإصطناعي Artificial intelligence قد أسست نهجا جديدا في مجال الهندسة المعمارية أثر

بشكل كبير في تطورأدوات التصميم وأدوات التخطيط، والقدرات الإنتاجية، ومقاييس الاختبار وتقييم الأداء الكلي للمباني والأحياء وقياس الأداء البيئي ومدي جاهزية تلك المباني للتجانس مع المحيط وقابليتها للتطوير.
يهدُف البحث إلى دراسة وتطبيق أبعاد تطور تقنيات الأداء الرقمية في العملية التصميمة من خلال تعليم الأجيال الناشئة تلك التقنيات بشكل أساسي ومستدام، وذلك من خلال ماتوصلت اليه المؤسسات الدولية، والجامعات، والكيانات ذات الصلة بالمجال المعماري، وتُشير النتائج أيضاً الى وجوب توفيرالبنية الأساسية الكافية لتعليم تلك التقنيات فى الجامعات والمؤسسات العلمية للأجيال الناشئة ومتخذي القرار في المستقبل من المعماريين والمتخصصين حيث يجب ألا يقتصر دورهم على الأعمال التصميمية والتنفذية التقليدية فقط.
من أهم النتائج التى توصل اليها البحث هي أن الطرق التقليدية في العملية التصميمية والعملية التنفيذية تستهلك الوقت والموارد لاختبار مدي فاعلية المنشآت وتأثيراتها على المستخدمين في ظل التطور العمراني مما ينشأ عنه انتاج مباني تعتبر عبئاً ثقيلا على البيئة والأجيال القادمة، وبالدراسة توصل البحث إلى أن التقنيات الرقمية في التصميم المعماري والعمراني المستدام والعمليات التنفيذية والتشغيلية تمثل ثورة في كيفية التفكير بتصميم وبناء وتشغيل الأبنية، وترشيد الموارد، والحفاظ علي البيئة، وخلق مجتمع عمراني متكامل ومستدام.
**الكلمات المفتاحية**: المدارس، المدراس صفرية الطاقة، ترشيد استهلاك الطاقة، الاستدامة

## 1. المقدمة:

تقوم معظم المؤسسات الدولية على مدار السنوات القليلة الماضية على تطوير برامج الأبحاث للتصميم ما بعد الاحتراف في مجال الهندسة المعمارية والعمران، في مختبرات رائدة في مجال صناعة الهندسة والتكنولوجيا المشهور عالميًا، وفي طليعة مختبرات الأبحاث مؤسسة الجمعية المعمارية **Architectural Association AADRL (DLR) Digital Learning Research Lab**لتجارب التصميم ، وهو من الكيانات الرائدة في الأساليب المُتقدمة في التصميم الرقمي **Digital design** والتصنيع الكمي **Quantitative manufacturing** والذكاء الإصطناعي **Artificial intelligence** ، والتصنيع الآلي **Robotic** ويستند إلى إطار عمل متطور تستجوب الهندسة المعمارية والعمران من مقياس المدينة إلى المقياس النانوي بقيادة مبتكرين في مجالات الهندسة المعمارية والتصميم والهندسة، ويتبع مختبر **AADRL** نهجًا متعدد التخصصات للتصميم يمتد إلى ما وراء الهندسة المعمارية، حيث يُعزز التعاون مع شركات ومؤسسات مثل Ferrari و Festo و AKTII **و** Reider و Odico Robotics، ويعتبر المختبر مساحة للتعاون والإبتكار والإبداع المشترك بين باحثين ومصممين دوليين بأسلوب يسعى إلى تطوير الجيل القادم من المهندسين المعماريين الذين سيشاركون بنشاط في هذا المجال ويؤثرون عليه، حيث قام العديد من الخريجون المتميزون لتأسيس مكاتب وقيادة مجموعات بحثية متقدمة والتدريس في المدارس في جميع أنحاء العالم
يتناول البحث مراجعة وتعريف تطور التقنيات الرقمية في العملية التصميمة وإلى أي مدى وصلت التقنيات من تطور ، وتحليل الجوانب الفنية لتلك التقنية ، وكذلك تناول تطوربعض المؤسسات التعليمية والأستوديوهات العالمية من خلال تحليل ومقارنة عناصر البحث محل الدراسة.
الكلمات الدالة: (التقنيات الرقمية - البيئة التفاعلية - الواقع الافتراضي- الواقع المُعزز- الواقع المُمتد - تقنيات الميتافيرس-التصميم الخوارزمي- الذكاء الإصطناعي )

## 2. المشكلة البحثية وهدف البحث:

أفرزت التقنيات الحديثة تغيرات كبيرة فى منظومة العمل المعمارية التقليدية السابقة والحالية، بغرض تحويلها الى بيئة معمارية تفاعلية، وذلك بتقليص الفواصل الزمنية بين المعلومة والمتلقى فى أى مكان وزمان، وخلقت بذلك بيئات متعدده سواء كانت مادية أو افتراضية، ولكن نشأ من خلال ذلك فجوة بين ماهو مطلوب وماهو مطروح على صعيدى التعلم والعمل، مما استوجب إعادة هيكلة وتطوير تلك المنظومة بحيث تتماشى مع التطور التقنى.
استهلاك الوقت والتكلفة والقدرات الإنتاجية كعوامل هامة جدا لطالب العمارة والمؤسسات المعمارية واستوديوهات التصميم، حيث يعتبر الإعتماد فقط على تقنيات الأداء التقليدية المعتادة للتعلم والعمل والإنتاج دون الإعتماد على المشـــاركة الفعلية والتقنيات المُتقدمة والنظم الرقمية المتطورة ادي إلى استهلاك البنية التحتية لأماكن التعلم واستوديوهات العمارة دون النظر الي تطورات الحيز المكاني التى فرضته تقنيات الأداء الرقمي وكذلك استهلاك الموارد والبيئة دون الوصول إلى حل المشكلات الفعلية قبل التنفيذ.
**أهداف البحث**: يهدف البحث إلى دراسة وتطبيق تطور تقنيات الأداء الرقمي **Digital Performance technologies** فى منظومة التعلم والعمل المعماري ، والتى تتمثل فى (التطور الرقمى، مخرجات التطور الرقمى وأثره على تقنيات الأداء، هيكلة منظومة التعليم والعمل المعماري ) ، وذلك من خلال ماتوصل اليه الباحثون والمنظرون فى عناصر البحث محل الدراسة.
إعادة بناء منظومة التعلم والعمل من خلال اعتماد منظومات **(CAAD وCAM وBCIM )** وإحلالها فى كل المناهج الدراسية في استوديوهات التعلم المعماري زمانياً ومكانياً بما يواكب القفزه الهائلة فى تكنولوجيا المعلومات ومايستتبعها من تطورأدوات التصميم الرقمي والمعلومات والإتصالات ومراحل إنشاء المبنى.

## 3.منهجية وفرضية البحث :

ترتكز منهجية البحث على دراسة وتحليل وتقويم أداء منظومة العمل والتعلم المعماري فى ظل التطور الرقمي الكبير وكيفية تطبيق تقنيات ألأداء الرقمية فى تطوير البيئة التقليدية إلى بيئة ابتكارية تفاعلية من خلال **المنهج الاستقرائي التحليلي** والذي يعتمد على استقراء وتحليل تطورات الأداء التقني ومدى تأثير ذلك علي بيئة التعلم المعمارى، ثم **المنهج المقارن** والذي يعتمد على المقارنة بين أداء البيئة المعمارية التقليدية والبيئة التفاعلية الأبتكارية الناتجة عن تطور تقنيات الأداء الرقمي.

**فرضية البحث:**
يفترض الباحث أن التقنيات الرقمية المتطورة الحديثة أنتجت تغيرات كبيرة فى منظومة التعلم والعمل المعمارية التقليدية السـابقة والحالية، وذلك بتقليص الفواصـل الزمنية والمكانية بين المعلومة والمتلقى، وخلقت بذلك بيئات متعدده سـواء كانت مادية أو افتراضـية، ولكن نشـأ من خلال ذلك فجوة بين ماهو مطلوب وماهو مطروح على صـعيدى التعلم والعمل، لذلك يجب إعادة هيكلة وتطوير تلك المنظومة بحيث تتماشـى مع التطور التقنى، ولابد من إعادة هيكلة البنية التحتية لتلك المنظومات التقليدية حتى تتماشـى مع ماهو مطلوب من المعماري الآن فى المستقبل.

**الكلمات الدلالية:**
(البيئة التقليدية - التقنيات الرقمية - البيئة التفاعلية - الواقع الافتراضي- الواقع المُعزز- الواقع المُمتد - تقنيات الميتافيرس-التصميم الخوارزمي- الذكاء الإصطناعي )

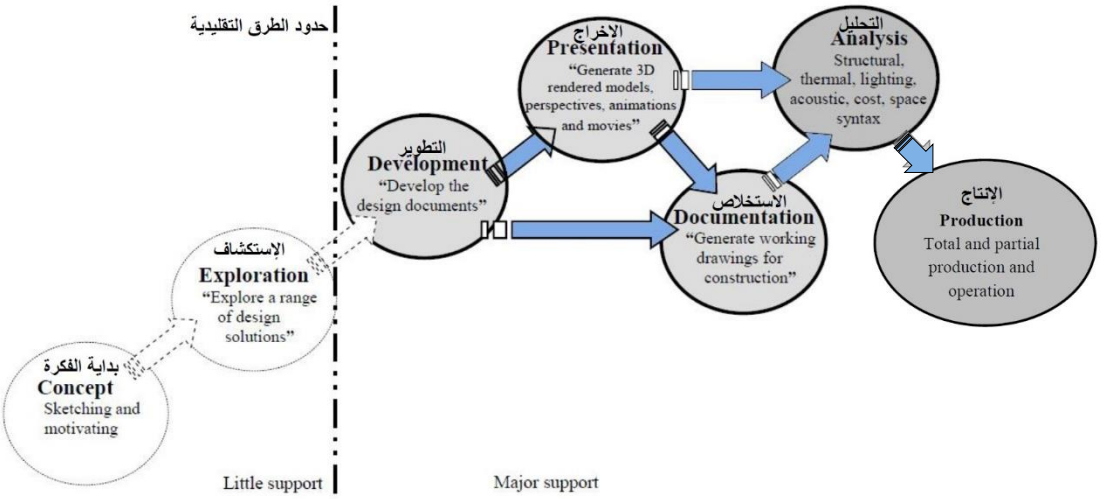
**4. تقنيات الاداء التقليدية:**
هي تلك التقنيات التي تعتمد على الطرق التقليدية والتي تُعتبر حجر الأساس في عملية التصميم المعماري ولكن تتوقف عند مرحلة ما كما يشير الشكل رقم (1) مُعتمدة على دور وإمكانات المُصمم ذاته ونمط تفكيره،حيث تشير الدراسة الى وجود نمطين من التفكير:

**الأول** يمثل التفكير المفاهيمي conceptual thinking المتجسد في الرسوم اليدوية المجردة.

**والثاني** التفكير الحسي Perceptual thinking المتجسد في الرسوم المادية التمثيلية.

وتعتبر الدراسة أن الرسوم اليدوية كأداة تفكير تسهم بدور فاعل في المراحل الأولية في العملية التصميمية وهي مرحلة الإستكشاف، ومرحلة الإستخلاص، ومرحلة التطوير.

ففي **مرحلة إستكشاف الأفكار التصميمية** يتم إستخدام الرسوم اليدوية لتوسيع وتحفيز تفكير المصمم، وتنويع الحلول التصميمية، والتجريد المتمثل بالتركيز على القضايا الأهم وتتوقف عند مرحلةالتطوير، إذ يستخدم المصمم في هذه المرحلة ثلاث أنماط من التفكير وهي **التفكير التحليلي ، والتفكير الإسترجاعي، والتفكير التأملي** . بينما يتمحور دور الرسوم اليدوية كأداة تفكير في مرحلة الاستخلاص حول كل من فعالية التركيب التي تكون الرسوم فيها اداة لاستعراض الحلول ، والمقارنة بينها، وفعالية **التقييم** التي تكون الرسوم فيها أداة لإختبار الحلول والتحقق منها، أما دورها كأداة تفكير في مرحلة **التطوير** فيهدف الى إجراء التحولات للوصول الى إعادة التفسير أو الى إكتشافات غير متوقعة.
وتعتبر المراحل الأولية كأداة للتواصل بين المعماري وذاته، والمعماري والفريق التصميمي أو المعماري في المراحل الأولى للعملية التصميمية غير ممتدة للمراحل الأخرى.
وتنقسم بيئة التعلم والعمل المحيطة بالمصمم المعمارى الى عدة نماذج نوضح منها نموذجين وهما:
**(البيئة السلوكية التقليدية ، والبيئة البنائية التفاعلية)** لما لهما من تأثير مباشر على بيئة الإبداع والمحيط الخاص بالمُصمم المعمارى ودرجات الإبداع وتأثيره على الفرد والمجموعة.
وخلصت بعض الدراسات أنه إذا استمر طلبة العمارة بتلقي التعليم في بيئة تعلُم لا تدعم قدراتهم العقلية أوتعيق قدراتهم الإبداعية، الأمر الذي يجعل الطلبة لا يتعلمون الشيء الكثير من محض جلوسهم داخل البيئة التقليدية يستمعون لمعلمهم ويحفظون عن ظهر قلب بعض المعارف المقولبة، ويتم تقييم الطالب استنادا الى قدرته على إعادة سرد أو إنتاج ما قيل له أو اما شاهده، وفي المقابل تأتي الاختبارات لفحص قدرة الطالب على **إعادة انتاج المعلومة** التي قدمت له مسبقا .وتستند ميكانيكية علم التدريس في معظمها على اساليب وطرق الاتصال بالقول او المشاهدة وتثبيط عملية البحث والاستقصاء الطبيعي ،وعليه برزت هناك حاجة ملحة للتعلم البنائي والتجريبي والإستكشافي بشكل منظم يركز ويؤكد على التعلم القائم على الخبرة والاستكشاف والعمل والاستنتاج والتجديد المُستمر للأدوات والتقنيات اللازمة لمواكبة سوق العمل [6].




**شكل (1) حدود الطرق التقليدية وامتداد الطرق التقنية الرقمية كداعم اساسي للعملية التصميمية**

**المصدر: COMPUTING IN ARCHITECTURAL DESIGN: REFLECTIONS AND AN APPROACH TO NEW GENERATIONS OF CAAD**

### 1-4 البيئة السلوكية:

البيئة السلوكية التقليدية تعتبر التعلم هو نقل المعلومات الى المتعلم فحسب، وتهتم بالسلوك الظاهر للمتعلم ، وتعتمد بالأساس على المُلقن أوالمُعلم كمصدر أساسي ووحيد للمعلومة، والتقييم فيها يتم على سلوك المتعلم منفردا، وتنحصر المعلومة وفقا للمهارات الفردية،وتتسم بخوف المتعلم من الخروج عن النص والمسار مما يساعد على تقليل التخيل والإبداع.

- **الفرق بين البيئة البنائية والبيئة السلوكية التقليدية :**

1- النظرية السلوكية التقليدية تعتبر التعلم هو نقل المعلومات الى المتعلم فحسب، بينما النظرية البنائية تعتبر أن التعلم عند هذه النقطة لم يبدأ بعد وإنما يبدأ بعدها فالتعلم هو ما يحدث بعد وصول المعلومات الى المتعلم الذي يقوم بصناعة المعنى الشخصي الذاتي الناتج عن المعرفة.

2- النظرية السلوكية تهتم بالسلوك الظاهر للمتعلم. بينما النظرية البنائية تهتم بالعمليات المعرفية الداخلية للمتعلم .

3- دور المعلم في البيئة السلوكية هو تهيئة بيئة التعلم لتشجيع الطلاب لتعلم السلوك المرغوب، بينما في البنائية تهيئ بيئة التعلم لتجعل الطالب يبني معرفته بنفسه.

4- إجراءات التقييم تختلف من نظرية الى أخرى، فبعض نظريات التدريس تركز على إختبارات معيارية المرجع، والبعض الآخر يركز على إختبارات محكية المرجع، أو تستخدم التجارب أو الأسئلة المفتوحة النهائية.

- **أسس و مبادئ التعلم في النظرية البنائية:**

1- يبني الفرد المعرفة داخل عقله ولا تنتقل اليه مكتملة.

2- يفسر الفرد ما يستقبله ويبني المعنى بناء على ما لديه من معلومات.

3- للمجتمع الذي يعيش فيه الفرد أثر كبير في بناء المعرفة.

4- التعلم لا ينفصل عن التطور بين الذات والموضوع.

5- الاستدلال شرط لبناء المفهوم: المفهوم لا يبنى الا على أساس استنتاجات استدلالية.

1- الخطأ شرط التعلم: إذ أن الخطأ هو فرصة وموقف من خلال تجاوزه يتم بناء المعرفة التي نعتبرها صحيحة.

2- الفهم شرط ضروري للتعلم.

3- التعلم يقترن بالتجربة وليس بالتلقين.

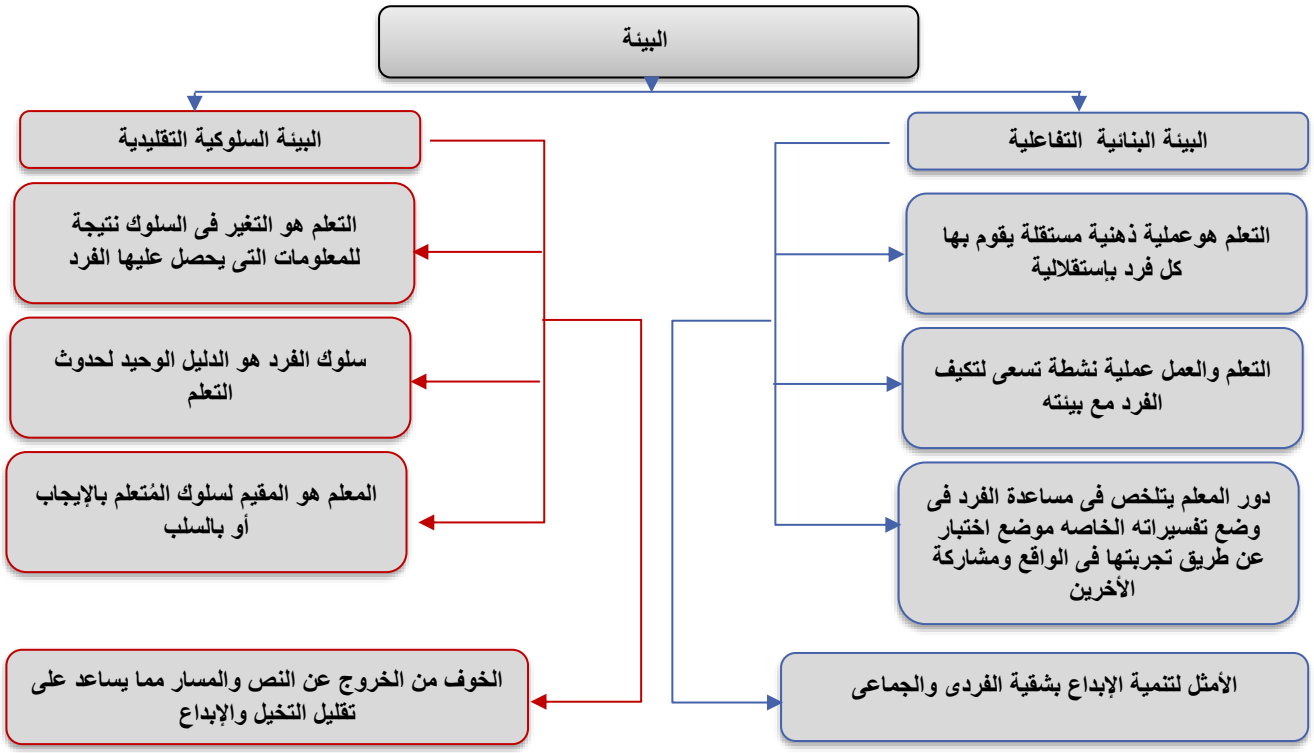
### 5. البيئة البنائية والتقنيات التفاعلية:

هي البيئة القائمة على التكامل بين الأداء الذهني والتقنيات التفاعلية من اجل انتاج واختبار وتجربة منتج قابل للتنفيذ بصورة سليمة حيث تقول النظريات الحديثة بأن التعلم الحقيقي لن يتم بناء على ما سمعه المتعلم حتى ولو حفظه وكرره، بل تؤكد هذه النظريات ومنها (النظرية البنائية) أن الشخص يبني معلوماته داخليا متأثرا بالبيئة المحيطة به والمجتمع و اللغة، وأن لكل متعلم طريقة وخصوصية في فهم المعلومة وليس بالضرورة أن تكون كما يريد المُعلم. بالتالى فانهماك المنظومات التقليدية في إرسال المعلومات للمتعلم وتأكيدها وتكرارها لن يكون مجديا في بناء المعلومة كما يريدها في عقل المتعلم [1].

**والنظرية البنائية** قائمة علي استراتيجيات التعليم مثل التعلم التعاوني أو التعلم في مجتمعات التعلم، والقائم على استكشاف وحل المشكلات والاكتشاف والتدريب العملي وترتكز إلى أن عملية التعليم هي عملية نشطة وأن المعلومات لا تفرض ولكن يجب أن تاتي من الداخل وهي دعوة للأفكار، والأستكشاف، واقتراح التفسيرات والحل، واتخاذ الإجراءات، وكل ذلك يمكن استخدامه لتحويل بيئة الاستوديو التصميم التقليدي إلى الاستوديو البنائي، وهي مناقضة **للبيئة التقليدية النمطية** التي تعتمد علي بداية المناهج فيها بأجزاء من الكل الى الجزء ويتم تحديد المهارات المستهدف اكتسابها منذ بداية المقرر، والتي تتقيد تماما بالمناهج الثابتة حيث تعتمد بصورة شبة كاملة على الكتب والمراجع المحددة سلفا، والتعلم فيها يعتمد على التكرار حيث يقوم المُعلم بدور المُوجه المنفرد بالسلطة، والمعرفة فيها تعتبر فيها، يلقي المعلم المعلومات على الطلاب والطلاب يعملون بصورة فردية ويتم التقييم فيها من خلال الاختبار حيث يكون المعيار للتقييم الإجابات الصحيحة المحددة سلفا.

**وتتسم بيئة البيئة التجريبية والتفاعلية بخصائص أساسية** يجب مراعاتها عند تنفيذ استراتيجيات التعلُم البنائي كما تشتمل على عدد من الصفات الأساسية التى تساعد المُصمم على بناء المعرفة وتحويلها الى واقع بحيث تنعكس على صفات وقدرات المصممين في بيئة عمل تشاركية، وخاصة انه تم دمج تلك السمات فى تقنيات الأداء الرقمية التفاعلية بشكل ايجابي سيتناولها البحث.

ساهمت التقنيات التفاعلية الرقمية في تعزيز الادوات التصميمية للمعماريين من خلال البرمجة والمحاكاة والتجربة قبل واثناء وبعد التنفيذ الفعلي للمشروعات سواء على نطاق فراغى أو نطاق عمراني متكامل، مما يسهم في تفادي الكثير من المشكلات التي قد تنشأ بعد التنفيذ بالطرق التقليدية حيث يتم استخدام تلك التقنيات كمساعد فى المنظومة الرقمية مفتوحة المصدر أو مغلقة المصدر لدعم المزيد من التحليل البيئي، حيث يتم توفير مجموعة واسعة من الرسومات التفاعلية لإجراء دراسات شاملة تعتمد على المحاكاة الإفتراضية حتى تكاد تصل إلى نتائج دقيقة تُستخدم لتوليد نموذج أولى للمبنى، من خلال عملية التحليل وأتمتة الحسابات، لفهم التصورات التصميمية، كما يتيح للمستخدمين العمل بمنظومة الإستدامه المتكامله على نحو فعال لجعل خيارات التصميم والتنفيذ أكثر دقة وفاعلية كما هو موضح بشكل 3و4.

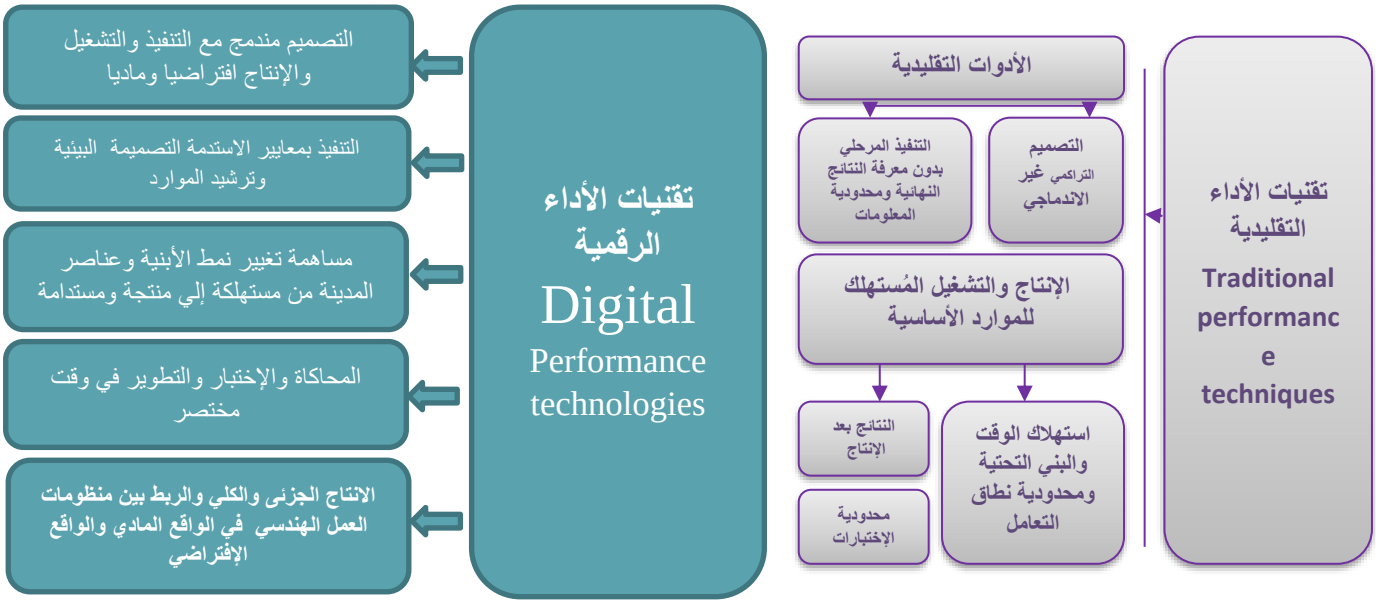



**شكل (2) التباين بين البيئة البنائية التفاعلية والبيئة السلوكية التقليدية**

**المصدر :الباحث**

### 6. تقنيات الاداء الرقمية:

تطورت البرمجيات الرقمية المُستخدمه فى المجال المعماري بوتيرة سريعه نتيجة ملاحقتها كل المجالات الأخري والذي بات يعرف بعصر التحول الرقمي للعمارة The age of digital transformation in architecture نظراً لان الهندسة المعمارية قلب التخصصات ونواة المجالات التصميمية الأخرى لما تحتاجه من تطور فى أسس و طرق و نظريات و خبرات و تدريس و إبداع، ويعتبر التصميم المعماري هو الركيزة الاساسية فى كل ما يتعلق بمهنة العمارة و الهندسة المعمارية.




**شكل (3) التباين بين التقنيات التقليدية والرقمية فى التصميم والإنتاج**
The contrast between traditional and digital technologies
**المصدر:الباحث**

وتُستخدم البرامج الرقمية فى العملية التصميمية **كعامل مُساعد** وتطورت في تقنيات الذكاء الاصطناعي الي **عامل مُشارك** من خلال جمع المعلومات، وتحليل البيانات، ووضع البدائل، وعرض التصميمات بأساليب مختلفه وبكفاءة عاليه، وتم تطويرها بعدة مراحل أثرت بشكل كبير على الناتج المعماري، وأثرت أيضا علي الجيل الحالي من المعماريين ليصبحوا جزءًا من المجتمع العالمي للتصميم المعياري والبحث الحسابي في التصنيع الرقمي، وهي صناعة متنامية باستمرار ذات أهمية متزايدة بالنسبة للبيئة المبنية[5].

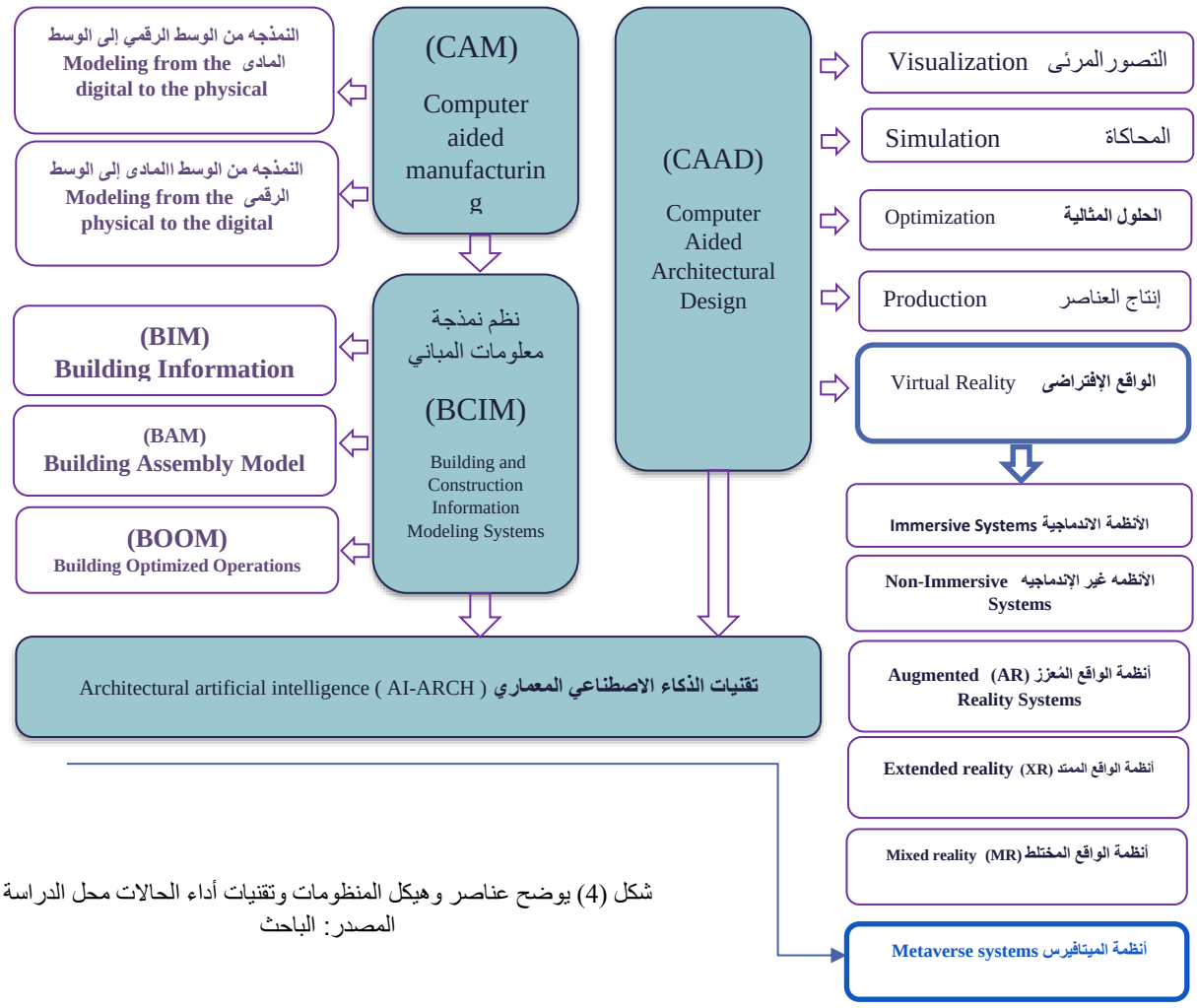
### 7. التقنيات التجريبية والتفاعلية التكاملية والتكامل الرقمي :

هي التقنيات التي تتم في بيئة تعتمد على استخدام علم واستراتيجيات التعلم الاستكشافي والتجريبي والتفاعلي والقائم على النظرية البنائية فى حل المشكلات، حيث يجعل من المعلم والمتعلم شركاء في التعلم، ومما يميز تقنيات الأداء التفاعلي والتجريبي بشكل جماعى هو تكامل الأنشطة الفردية مثل ورش العمل ومشاهدة أعمال المجموعات المتنوعة لتبادل الخبرات بطريقة سهلة وسريعه، وتقليص المعوقات الفردية التى تنشأ فى حالة الفردية والتلقين والنمطية والعزلة عن خبرات الآخرين في بيئة ميسرة للعملية التصميمية، حيث يعتبر تصميم بيئة الاستوديو بمثابة هيكل تنظيمي، من أجل وضع استراتيجيات مُبتكرة في استوديو التصميم. ويشار الى هذه الاستراتيجيات التي تتضمن أدوات ومكونات وطبقات الأستوديو كتنظيم جماعي سيتم تناولها في حالات الدراسة.

**بالإعتماد على 3 محاور رئيسية وهي:**

1- منظومة الكااد **(CAAD)** Computer **A**ided **A**rchitectural **D**esign.
2- منظومة الكام **(CAM)** Computer **A**ided **M**anufacturing.
3- منظومة نظم نمذجة المعلومات **(BCIM)** ومراحل حياة المُنشأ BIM- BAM-BOOM ودورهما فى اختصار العامل المكاني والزماني لبيئة التعلم والعمل المعماري.

يتناول البحث دراسة تلك المنظومات في الحالات الدراسية وكيفية عمل المنظومة بشكل متكامل ومنهجي باستخدام المنظومات الرقمية كما هو موضح بالشكل رقم 3.




شكل (4) يوضح عناصر وهيكل المنظومات وتقنيات أداء الحالات محل الدراسة
المصدر: الباحث

### 1-7 منظومة الكاد (CAAD) كمطور رئيسي لتقنيات الأداء الرقمي التفاعلي:

يُعتبر نظام الكاد Computer Aided Architectural Design (CAAD) من الأنظمة الرقمية الداعمة لعملية التصميم المعماري بإستخدام الحاسوب، وذلك بتوفير معلومات مُرتبه ومُنظمه بحيث يتيح إتخاذ القرارات التصميمية من الناحية الموضوعية والناحية التحليلية، ويُعتبر من أهم الخطوات فى تقدُم تكنولوجيا تصميم المشروعات المعمارية وخفض تكلفتها.

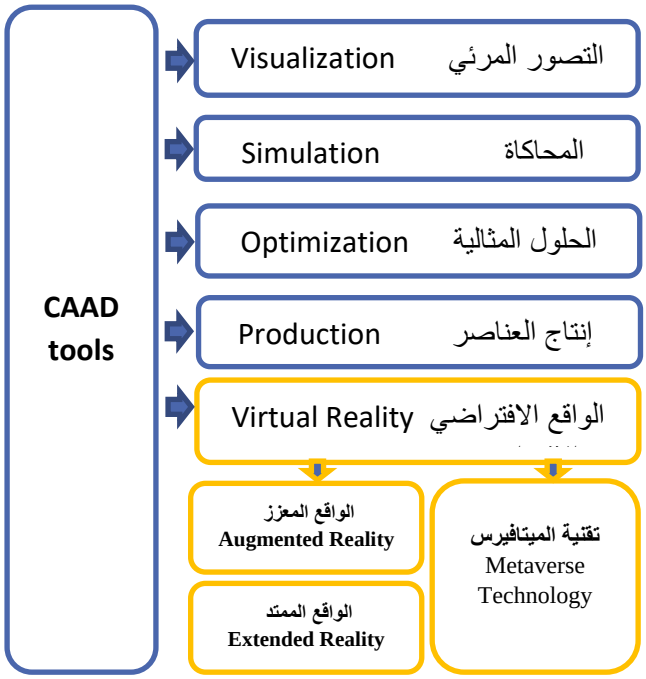
ويقوم الباحثون بتغذية أنظمة كاد (CAAD) ببرامج خاصه بالعملية المعمارية من كُل الجوانب التصميمية والإنشائية والكمية والوصفية والإقتصادية والبيئية والإجتماعية، بحيث تضُم قواعد من المعلومات الأساسية اللازمة للعملية التصميمية فى إطار مايسمى ب(النظرية الكلية فى التصميم المعماري)، وهى التى تُقدم الإطار التحليلى للأشكال المعمارية وتعمل كقاعدة أساسية للعملية التصميمية لاسيما فيما يخص الترابط الوظيفى والترابط الفراغى بنظامه المُتدرج [8].

وتُترجم القاعدة الأساسية لأنظمة الكاد (CAAD) كمصفوفة يقف فى مركزها المُصمم المعماري وتتمثل باقى اركانها فى البيئة التى تحكم التصميم وتفاصيل التصميم المعماري بأسلوب متدرج من الكل إلى الجزء ومجموعة العوامل الإقتصاديه والإجتماعية التى يجب أن يُحققها المصمم والخلفية التاريخية والإمكانيات المستقبلية للشكل فى إطار العملية التصميمية، وتتكون عناصر منظومة الكاد (CAAD) من 5 عناصر أساسية كما هو موضح بالشكل رقم4.

### 1-1-7 التصور المرئي Visualization:

يُستخدم التعبير المرئي Visualization فى مجالات التصميم المعماري والتصميم الداخلى وتصميم المنتجات وبناء المجسمات، لكن هذه الإستخدامات زادت عمقاً وتعقيداً بإضافة التقنيات الرقمية إليها مثال الواقع الافتراضي Virtual reality (VR) والواقع المُعزز Augmented Reality Systems(AR) والواقع المُختلط Mixed reality (MR) والواقع الممتد extended reality (XR) وتقنيات الميتافيرس Metaverse Technology التي أضافت إلى العملية التصميمية السماح بعرض وتحليل واختبار التصميميات فى مراحل متقدمه والتعديل عليها، بحيث تمكن المصمم من التجول فى الفراغ وعرض تفاصيله والتعديل عليها بمقياس الرسم الحقيقى .

وفى هذه العملية يتم أخذ معلومات رقمية مؤدية إلى إمكانية حساب البيانات فى صورة مرئيه بما يعطى بدوره طريقة لمُضاعفة القدرة الإستعابية للمعلومات عن طريق الرؤية بواسطة المُتلقى مما يزيد من تدفق المعلومات إلى الفرد من الحاسب الآلى ولذا يجب عرض المعلومات بفاعلية وإيجاد طريقة مثلى[8].




شكل (5) يوضح عناصر منظومة الكااد CAAD
المصدر: Challagher, R. (Computer visualization) CRC, press, Inc., Florida, USA

### 2-1-7 المحاكاة Simulation:

المحاكاة هى عملية تصميم لنموذج مشابه لعنصر أو نظام أصلى لإجراء تجارب عليه لفهم سلوك النظام أو العنصر الأصلى وتقييم الإستراتيجيات المتنوعه لتشغيل هذا النظام.

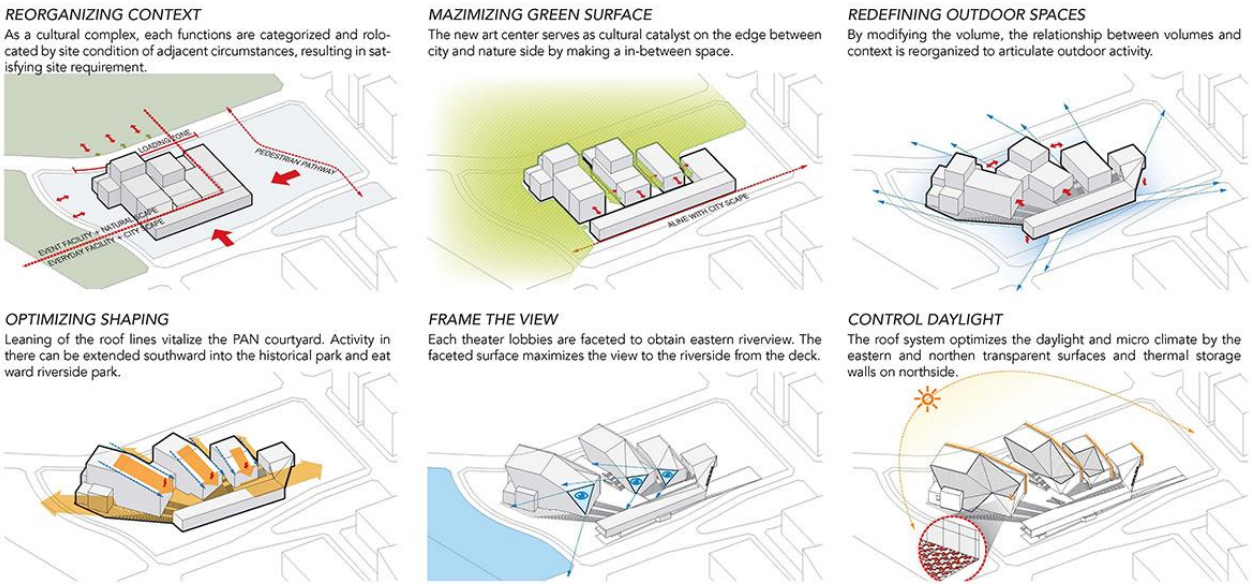
وهذه تقنية للحاسوب لنجعله يشبه ويحاكى العمليات المختلفه التى تحدث فى الطبيعه ، ويكون ذلك بصنع نظام يتضمن مجموعه من القواعد والافتراضات عن كيفية الأداء، تأخذ شكل العلاقات الرياضيه أو المنطقية بحيث نستطيع بها إنشاء النماذج المادية أو الرياضيه فى محاولة لإكتساب الفهم عن كيفية التصرف فى النظام الأصلى.

والمحاكاة الواقعيه(Virtual simulation) ليست مجرد صور أو نماذج تحاكى الواقع فقط بل تتيح السلوك البشرى الطبيعى مثل الرؤيه والحركة والطيران داخل هذه البرامج ، بحيث تمثل هذه التقنيات العالم الافتراضي فى مقياسه الطبيعى بإستجابات منطقية وزمن حقيقى[5].

### 3-1-7 الحلول المثالية Optimization:

وهى تقنية الوصول إلى الحل الأفضل للمشكله المعروضه، حيث يتم افتراض كل الحلول المحتمله للمشكله، ثم افتراض معايير للحكم على هذه الإحتمالات واختيار أكثر الحلول تحقيقا لهذه المعايير، وهى من الأدوات التى ساعدت على خلق ودعم توجهات هندسية مثال الإستدامه والعماره الخضراء وبناء منظومة نمذجة المباني BIM , BAM , BOOM . ومن أهم هذه المعايير:

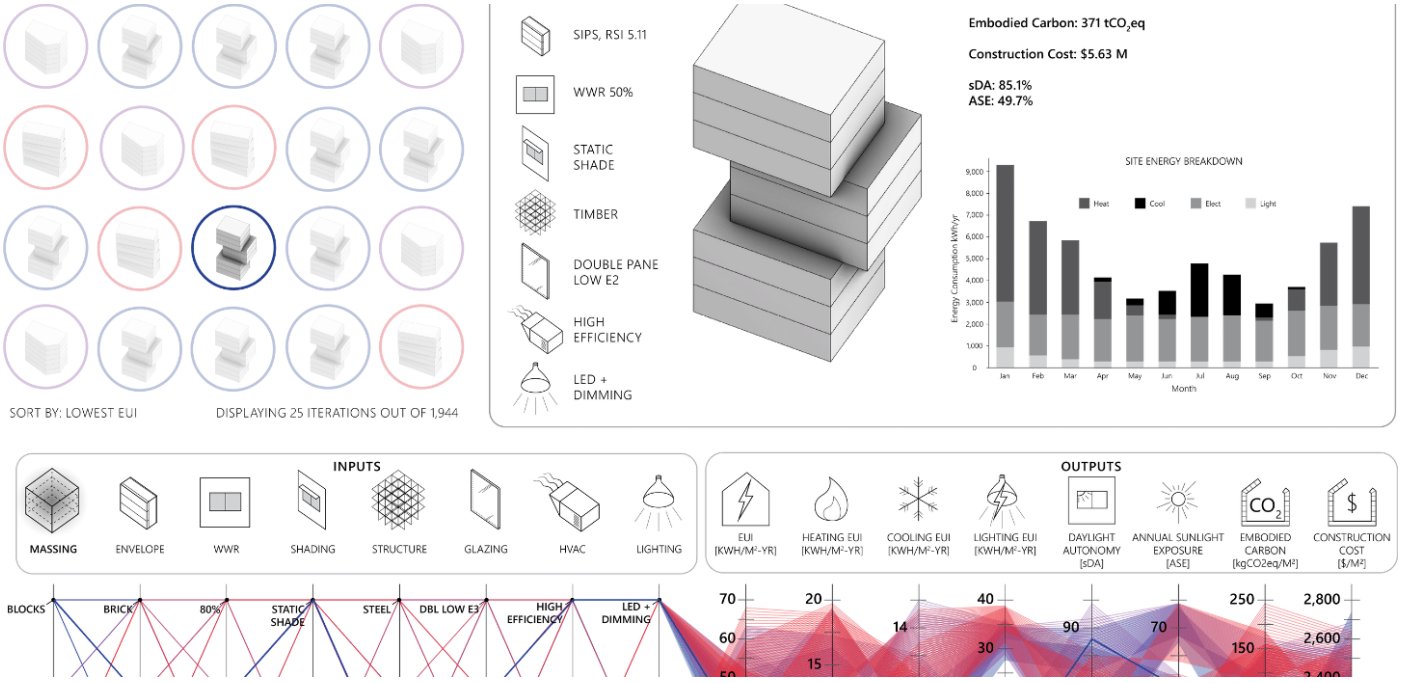
- تقليل مسافات الحركة بين عناصر المبنى
- تقليل استهلاك الطاقه
- تقليل التكاليف
- اختبار المنتج




شكل (6) يوضح استخدام برامج منظومة الكااد فى عمل امثلة متعدده للحلول ومدي تأثيرها على التكوين النهائي من خلال منظومة الكااد CAAD
المصدر: https://www.h-architecture.com/Portfolio/SEJONG-PERFORMING-ARTS-CENTER

### 4-1-7 انتاج العناصر والبدائل Production:

هى تقنية الوصــول إلى التصــميمات بعد إدخال أســس ونظريات التصــميم رقمياً، وتكون هذه المعلومات عباره عن وصــف المســاحه لكل فراع ودرجة وأهمية كل فراغ والعلاقة بين الفراغات والمســافه بينهم، ويقوم البرنامج بترتيب العناصــر وفق الأسس الهامه ، وتكون مخرجات البرنامج عباره عن تصور مبدئى لشكل الكتله فى المسقط الأفقى ويتم اختبار التصور الناتج من خلال وضــوح المداخل والمخارج ومحاور الحركة والتوجيه ، ومايعرف بإســم قواعد الشــكل والتجاور، مثال برنامج (CATIA).

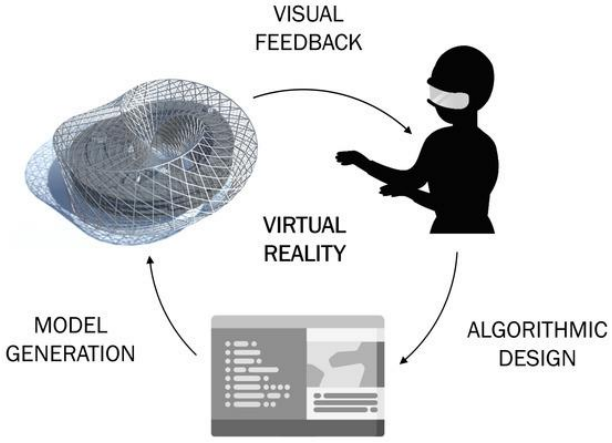



شكل (7) يوضح عناصر منظومة الكااد CAAD ودراسة البدائل واختبارها بمحددات ومعايير مثالية للوصول الي الحل الامثل والبديل المناسب بما يراعي الإستدامة التصميمية والتنفيذية والبيئية.

المصدر: https://es.aap.cornell.edu Environmental Systems Lab at Cornell University-USA 2021

### 5-1-7 أنظمة الواقع الافتراضي التخيلي Virtual Reality (VR) :

الواقع الافتراضي هي إحدى التقنيات الرقمية المتطورة لتصميم ورؤية المشروعات المعمارية والتصميميات المعقده بصورة أكثر تعقيدا وأكثر تفاعليه ويختلف عن المحاكاة فى أنه يمكن للمستخدم التوغل بشكل تفاعلى داخل محيط ثلاثى الأبعاد(3D) شبيه بالواقع، وحتى يستطيع المستخدم التفاعل مع مايشاهده فأنه بحاجه إلى أدوات خاصه يضعها فى الرأس واليدين ليتفاعل بها مع المنتج المعماري.




شكل (8) يوضح عناصر التصميم داخل الواقع الإفتراضي
المصدر: Environmental Systems Lab at Cornell University-USA 2021
https://es.aap.cornell.edu/https://es.aap.cornell.edu

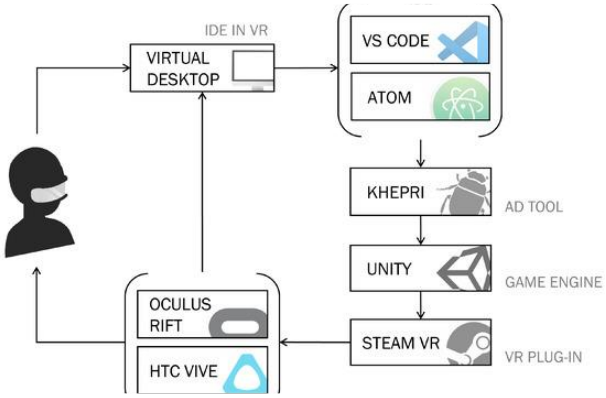
ويُتيح العمل الحر بتقنيات الواقع الافتراضي قُدرات مُتميزة للمصمم لا تتسنى له فى العمل التقليدى، فهو يمكنه ممارسة التعامل مع النموذج والتعديل فيه من داخل النموذج، وتتألف نظم الواقع الافتراضي من أجهزة الحاسوب، وأدوات الإدخال والتفاعل، وأدوات إظهار وعرض النتائج، والبرامج الحاسوبية والبرمجيات، وبيانات التمثيل والمستخدمين.

### محددات الوقع الافتراضي Virtual Reality VR :

- الاندماج مع البيئة Immersion.
- التفاعل مع البيئة Interaction.
- الواقعية البصرية والإدراكيه Visual Realism.

وتنتهج هذه الأنظمة توفير القدرة على استخدام البيئة الافتراضية مع الخيارات التفاعلية بالوقت الحقيقي ضمن الفضاء المجسم. ويمكن تصنيف هذه النظم الى **6أنظمه** وهى:

1- الأنظمه الاندماجيه Immersive Systems
2- الأنظمه غير الاندماجيه Non-Immersive Systems
3- أنظمة الواقع المُعزز Augmented Reality (AR) Systems
4- أنظمة الواقع المُختلط Mixed reality (MR)
5- الواقع الممتد Extended Reality (XR)
6- انظمة الميتافيرس Metaverse Technology




شكل (9) يوضح برمجيات التصميم داخل الواقع الإفتراضي
المصدر: Environmental Systems Lab at Cornell University-USA 2021

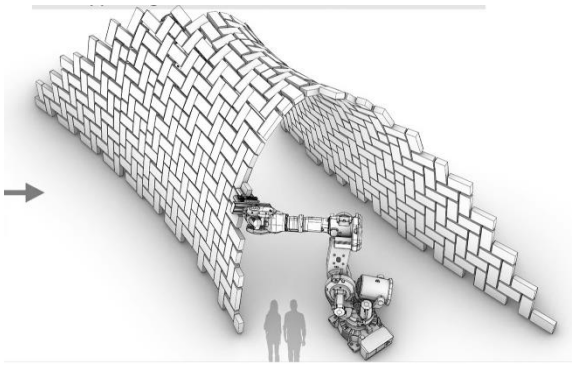
### 6-1-7 منظومة الكام Computer Aided (CAM) Manufacturing:

وهي من تنقنيات الأداء الرقمية الإنتاجية والإنشائية والتصنيع الكمي Quantitative manufacturing و التصنيع الآلي Robotic والتي تقوم بربط الجوانب الوظيفية والإنشائية للمبنى مع السياق المحيط، اذ تزداد أهمية تطور العناصر التكنولوجية في المشروع مع ازدياد حجم وتعقيد المشروع في إطار منهجي قائم على المعلومات الرقمية فى تنفيذ وانتاج عناصر المشروع ونهاية بالتشغيل والمتابعه لاحقا.

**وتنقسم منظومة الكام إلى شقين أساسيين وهما:**

1-النمذجه من الوسط الرقمي إلى الوسط المادى Modeling from physical to digital.

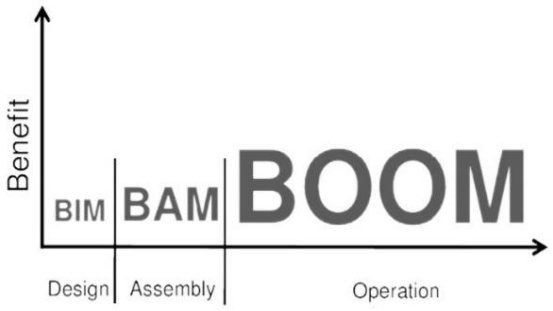
2-النمذجه من الوسط المادى إلى الوسط الرقمي Modeling from digital to physical .



شكل (10) يوضح والتصنيع الكمي و التصنيع الآلي Robotic
المصدر:
https://www.som.com/ideas/videos/kinematic_sculpture

### 8. منظومة نظم نمذجة المعلومات ومراحل حياة المُنشأ Building and Construction Information (BCIM) Modeling System :

من خلال منظومات BIM- BAM-BOOM ودورهما فى اختصار العامل المكانى والزماني لبيئة التعلم والعمل المعماري، وهي منظومة ذكية تعتمد على النماذج ثلاثية الأبعاد ، وتزود المهندسين المعماريين والمهندسين بمختلف التخصصات بالأدوات اللازمة لتخطيط وتصميم وبناء وإدارة المباني والبنية التحتية بكفاءة أكبر بعملية تربط بين كل عنصر فى المشروع بداية من التصميم ونهاية بالتنفيذ والتشغيل والصيانة.




شكل (11) يوضح الأطوار الثلاثة BIM-BAM-BOOM في نموذج معلومات البناء وإدارة كلف المبنى
المصدر: كمال شوقى2016 (مراحل حياة المبنىBIM-BAM-BOOM ) BIM Arabia العدد الرابع- لندن

**طورت تلك المنظومات تقنيات الأداء الرقمية إلى:**

1- التصميم الرقمي الإفتراضي المُدمج Built-in virtual digital design باستخدام CAAD+BCIM

2- التصميم الرقمي الإفتراضي الكمي Quantitative virtual digital design باستخدام CAAD+ BCIM+CAM.

والتي من خلالها تناول البحث حالات الدراسة المتمثلة في تجارب تقنيات الأداء الرقمية التفاعلية، بدراسة تقنيات أداء استوديو ميتا فلويد- ماريانا كابوجويرا Meta-Fluid Studio – Mariana Cabugueira لدراسة تقنيات الواقع المُعزز وتقنيات الميتا فيرس Metaverse والذكاء الإصطناعي Artificial intelligence وتقنيات أداء مؤسسة الجمعية المعمارية (AADRL) والذي يضم استوديو شاجاي بوهشان Studio Shajay Bhooshan مشروع جناح الحياة السحابية LIVING CLOUD لدراسة تقنيات التصميم الرقمي Digital design والتصنيع الكمي Quantitative manufacturing والذكاء الإصطناعي Artificial intelligence.

### 9. تقنيات التصميم الرقمي الإفتراضي المُدمج Built-in virtual digital design :

هو التصميم القائم بالكامل داخل بيئة الواقع الافتراضي بشكل مدمج Built-in Virtual Reality في بيئة تشبه الواقع المادي باستخدام تقنيات الميتافيرس Metaverse المتقدمة ،أشار إليه البحث فى حالة الدراسة (مشروع استوديو ميتا فلويد- ماريانا كابوجويرا Meta-Fluid Studio – Mariana Cabugueira التصميم في الأستوديوهات اللامركزية وتقنيات التصميم الرقمي الافتراضي المُدمج (دراسة تحليلية)

### 10. التصميم الرقمي الإفتراضي الكمي Quantitative virtual digital design :

هو التصميم القائم علي الأساليب المُتقدمة في التصميم الرقمي Digital design والتصنيع الكمي Quantitative manufacturing والذكاء الإصطناعي Artificial intelligence بشكل تفاعلي في بيئة العمل التجربية والتنفيذية أشار إليها البحث في حالة الدراسة (مشروع استوديو شاجاي بوهشان Studio Shajay Bhooshan مشروع جناح الحياة السحابية LIVING CLOUD وتقنيات التصميم الرقمي الافتراضي الكمي Built-in Virtual digital design:

### 11. تكنولوجيا الميتا فيرس:Metaverse Technologies :

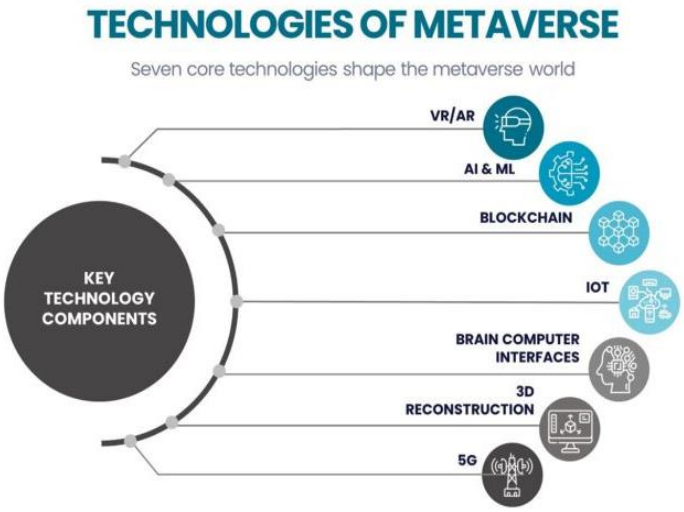
هي أحدث عناصر التكنولوجيا الرقمية المُصممة المتطورة والتى تدمج بين تقنيات منظومة CAADومنظومةBCIM خصيصا للمبدعين وهي من التقنيات المصنفة تحت نطاق **التصميم الرقمي الإفتراضي المُدمج**Built-in virtual digital design الممتدة لعقود طويلة والمتطورة بإستمرار وهي امتداد لتكنولوجيا الواقع الافتراضى VR والواقع المُعزز AR والواقع المُختلط Mixed reality وصولا إلي الواقع الممتد XR ولكن بشكل اكثر واقعية.

تستخدم تقنية الميتافيرس Metaverse في المجال المعماري في فن وتقنية تصميم المشروعات المعمارية بشكل رقمي متكامل مندمج، حيث يمكن للمصممين والمستخدمين التفاعل مع النماذج ثلاثية الأبعاد بشكل أشبه بالواقع الحقيقي، وعادة ما يعيد المهندسون المعماريون تصور الهياكل الموجودة في العالم الرقمي سواء كانت مباني قائمة أو قيد التصميم أو قيد الإنشاء أو المدن التراثية أو المباني المعاد بناؤها وتاريخ التطوير أو النصب التذكارية ، أو الدراسة الإجتماعية والإقتصادية للدول والبلدان والشوارع وأي حيز زماني أو مكاني ، ليتمكن المصمم سواء في طور التعلم أو ممارسة المهنة في فتح آفاق جديدة للإبداع بإختصار الحيز الزماني والمكاني في آن واحد.

وهي عبارة عن مجموعة من كل عالم افتراضي تم إنشاؤه باستخدام تقنية البلوك تشين block chain،والتي يمكن أن تكون حيز فراغي وعمراني متكامل أومعارض وبلدات كاملة ومشاريع افتراضيه NFT أو أراضي منظمة أو شوارع رقمية يعتمد بشكل كبير علي شبكات الجيل الخامس G5.

الشيء الرئيسي الذي يجب تذكره دائمًا عندما نفكر في Metaverse هو أنه ليس مكانًا واحدًا. إنه مجموع المساحات الرقمية الجديدة التي يطلق عليها الناس التكرار التالي للإنترنت، وتتواجد شركات الإعلام والتصميم والمحتوي الرقمي الشامل والعلامات التجارية بمختلف أنواعها ومنصات تحليلات العملات المشفرة في Metaverse ، ويستهدف الهيئات والمؤسسات الاجتماعية والإقتصادية في كل العالم، وما يجعل Metaverse مختلفًا عن المنصات الأخري عبر الإنترنت مثل Second Life و Mine craft يكمن في المسافة بين المركزية واللامركزية.

كانت تلك التكرارات السابقة للمساحات الرقمية تخضع لرقابة صارمة من قبل شركة واحدة من خوادمها الخاصة. في كل مرة تغادر فيها عالمهم وتذهب إلى عالم مختلف ، تحتاج إلى التسجيل بهوية جديدة.




شكل (12) يوضح عناصر ومكونات تكنولوجيا الميتافيرس NOV-2022
المصدر: www.innoviusresearch.com/blog/metaverse/explore-the-technologies-of-metaverse

يتيح Metaverse استخدام هوية واحدة للتنقل عبر الشبكة المتنامية لكل حيز مؤسس فيها وكل الأماكن الافتراضية، هذا يجعلها أشبه بمرآة للعالم الحقيقي. عندما تسافر إلى بلدات ومدن وبلدان جديدة ، لن تحتاج إلى جواز سفر جديد في كل مرة تصل فيها إلى وجهة جديدة[16].

### عناصر ومكونات تكنولوجيا الميتافيرس Metaverse Technology Elements

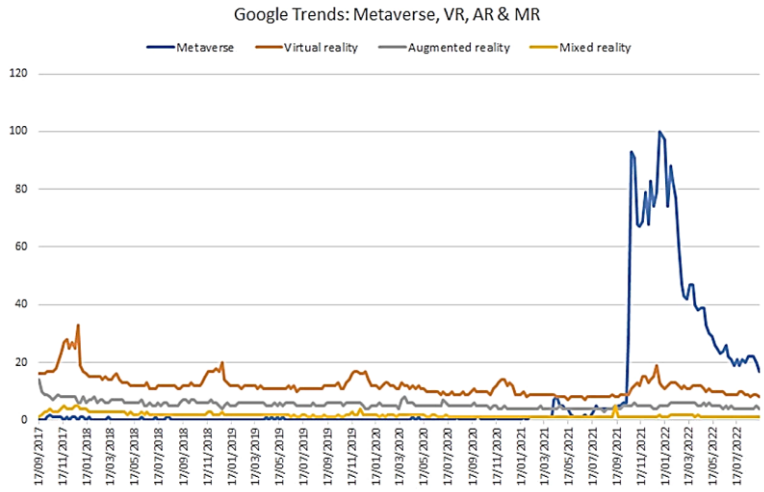
1. **تكنولوجيا الواقع الافتراضي** Virtual Reality (VR) / الواقع المعزز Augmented Reality (AR) الواقع الممتد (XR) Extended Reality
2. **تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي** Artificial Intelligence (AI) / التعلم الآلي Machine Learning (ML)
3. **تكنولوجيا البلوكتشين** Block chain
4. **تكنولوجيا إنترنت الأشياء** Internet-of-Things (IoT)
5. **تكنولوجيا واجهات العقل والحاسوب** Brain-Computer Interfaces
6. **تكنولوجيا إعادة الإنشاء ثلاثي الأبعاد** 3D Reconstruction
7. **تكنولوجيا شبكات الجيل الخامس** G5

**تكنولوجيا الواقع المُمتد Extended Reality (XR)** هو مفهوم ميتافيرسي يشمل الواقع المعززا (AR) والواقع الافتراضي (VR) والواقع المختلط Mixed Reality (MR) ويُستخدم الواقع المُمتد في مجموعة متنوعة من المجالات الترفيهية والتعليمية والتصميمية وفي الصناعات بالإضافة إلى الألعاب، ومن الشركات الرائدة في هذا المجال هي شركة مايكروسوفت والتي تميزت بتقنية الواقع المعزز HoloLens المُشار اليها سابقاً.

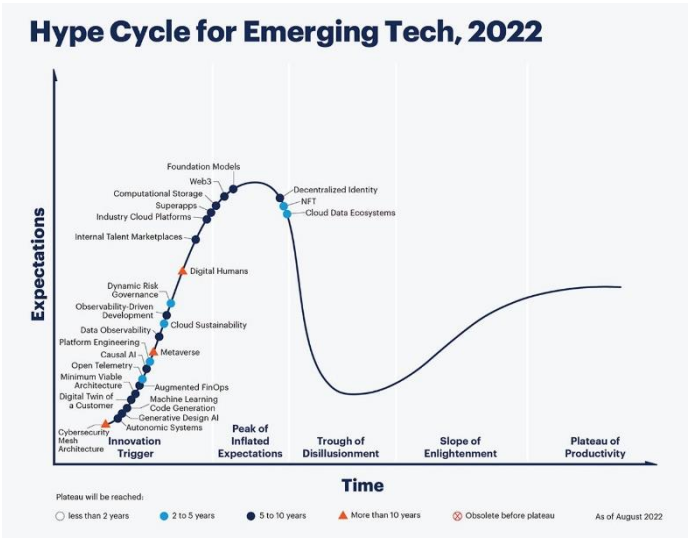
**تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence (AI)والتعلم الآلي Machine Learning (ML)** في Metaverse تساعد في إنشاء أصول Metaverse مثل الشخصيات والمناظر الطبيعية والمباني وإجراءات الشخصيات والمحاكاة الفعلية، حيث يمكن دمج إمكانات الذكاء الاصطناعي المتقدمة مع محركات المحتوى مثل Unreal Engineفي المستقبل، كما يمكن للذكاء الاصطناعي أتمتة عمليات تطوير البرمجيات وتنشيط المستخدمين لإنشاء أصول Metaverse معقدة بعمل أقل، ويمكن أيضًا استخدام الذكاء الاصطناعي لتطوير العقود الذكية للبلوك تشين ومراجعتها وحمايتها، ومن الصعب إنشاء تجربة Metaverse جذابة وحقيقية وقابلة للتطوير بدون الذكاء الاصطناعي، وهذا هو السبب في أن شركات مثل Meta تعمل مع مراكز الفكر والمؤسسات الأخلاقية للتخفيف من مخاطر الذكاء الاصطناعي دون الحد من وعوده[26].

**تكنولوجيا إنترنت الأشياء Internet-of-Things (IoT)**أحد تطبيقات إنترنت الأشياء الخاصة بشركة Metaverse هو جمع البيانات وتوزيعها من العالم المادي. إنترنت الأشياء (IoT) لديه القدرة على توصيل البيئة ثلاثية الأبعاد بسهولة

بعدد كبير من أجهزة العالم الحقيقي،مما يتيح ذلك إنشاء عمليات محاكاة في الوقت الفعلي في Metaverse. للتعامل مع البيانات التي تجمعها ، قد تستخدم إنترنت الأشياء الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي لتحسين بيئة Metaverse بشكل أكبربحيث تكون Metaverse قادرة على تقييم العالم الفعلي والتفاعل معه بسبب إنترنت الأشياء (IoT)،و ستعمل Metaverse أيضًا كواجهة مستخدم ثلاثية الأبعاد لأجهزة IoT ، مما يسمح بتجربة مستخدم IoT مخصصة فريدة، حيث تساعد كل من Metaverse و Internet of Things العالم في إصدار أحكام تعتمد على البيانات بأقل قدر من التدريب والموارد العقلية.




شكل (14) رسم بياني يوضح تطور اتجاهات شركة جوجل وتطور تقنيات الواقع الافتراضي وصولا الى تقنيات ميتافيرس حتى عام 2023
المصدرCharles McLellan, Senior Editor on Oct. 12, 2022
www.zdnet.com/article/what-is-the-metaverse-and-who-will-build-it/




شكل (13) رسم بياني يوضح الفترات الزمنية للتكنولوجيا الناشئة والفترات الزمنية التي تحتاج اليها تلك التقنيات للتعميم الكامل
المصدرCharles McLellan, Senior Editor on Oct. 12, 2022
www.zdnet.com/article/what-is-the-metaverse-and-who-will-build-it/

وقامت بعض المؤسسات المعمارية والجامعات الرائدة بإعتماد استخدام التقنيات الرقمية والأنظمة الإندماجية والواقع المعزز وتقنيات التصميم الرقمي Digital design والتصنيع الكمي Quantitative manufacturing والذكاء الإصطناعي Artificial intelligence في العملية التصميمة وانتاج الأفكار على سبيل المثال وليس الحصر.

1. استوديو زها حديد معماريون: وهي شركة معمارية عالمية تختبر استخدام الواقع المعزز في عملية التصميم الخاصة بهم. لقد طوروا تطبيقًا يسمى ZHVR يسمح للعملاء وأصحاب المصلحة بتجربة التصميمات ثلاثية الأبعاد وفي الوقت الفعلي ، مما يساعد على تحسين التواصل والتعاون.

2. Bjarke Ingels Group (BIG): BIG هي مؤسسة معمارية مقرها كوبنهاغن ونيويورك تستخدم تقنيات الأداء الرقمي وتستخدم الذكاء الاصطناعي لتوجيه عملية التصميم ،حيث قامو بتطوير أداوات برمجية تسمى BIG AI تستخدم التعلم الآلي لتحليل بيانات المشروع وإنشاء خيارات التصميم بناءً على معايير محددة.

3. معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT): مختبر الوسائط التابع لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا يستخدم تقنيات الواقع المعزز في الهندسة المعمارية من خلال مشاريع مثل "City Scope" ، التي تستخدم الواقع المعزز لتصور ومحاكاة سيناريوهات التخطيط الحضري في الوقت الفعلي.

4. جامعة جنوب كاليفورنيا (USC): تستخدم كلية الهندسة المعمارية التابعة لجامعة جنوب كاليفورنيا تقنيات Ai و AR و VR لتعزيز مناهج التصميم الخاصة بها، لقد طوروا مختبرًا للواقع الافتراضي يسمى مختبر الواقع المختلط ، والذي يسمح للطلاب بتجربة تصميماتهم والتفاعل معها في بيئات افتراضية غامرة.

5. الأكاديمية الملكية الدنماركية للفنون الجميلة (KADK): تستخدم KADK الواقع المعزز في مناهج التصميم لمساعدة الطلاب على تصور وتعديل تصاميمهم في الوقت الفعلي. لقد طوروا تطبيق AR يسمى KADK AR ، والذي يسمح للطلاب بمشاهدة ومعالجة تصاميمهم باستخدام الهاتف الذكي أو الكمبيوتر اللوحي.

6. هيئة الإعتماد الوطنية المعمارية National Architectural Accrediting Commission (NAAB) والتي تتناول على وجه التحديد قضايا التصميم الإبداعي وإدارة الوقت واستخدام التقنيات الحديثه، ودعم التشاركية الجماعية والإبداع في سياسة الاستوديو المعماري.

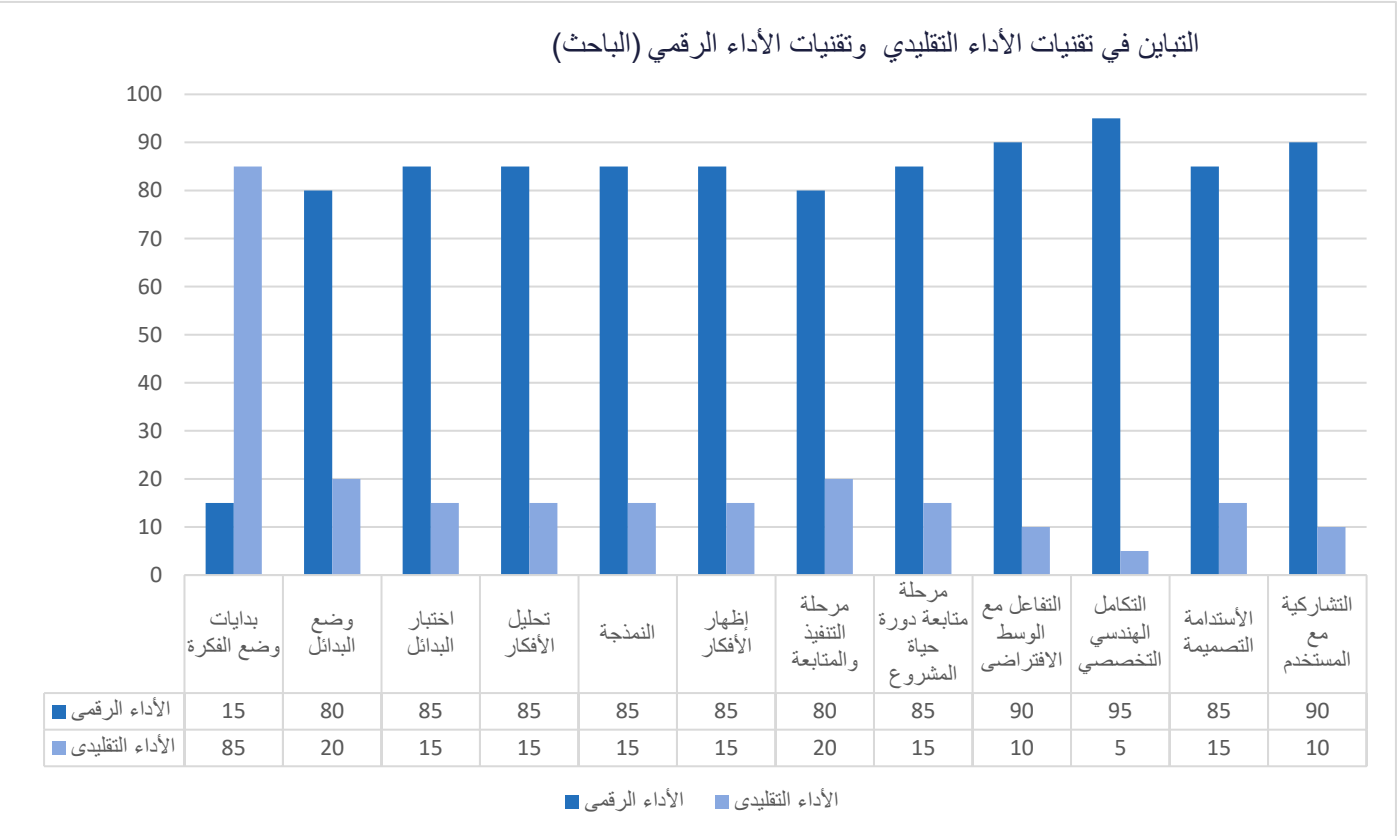
7. مختبر أبحاث التصميم Architectural Association Design Research Lab (AADRL) وهو من الكيانات الرائدة في الأساليب المُتقدمة في التصميم الرقمي Digital design والتصنيع الكميQuantitative manufacturing والذكاء الإصطناعي Artificial intelligence.

## 12.المعايير والأوزان النسبية لقياس التباين بين تقنيات الأداء التقليدية والرقمية:

جدول (1) يوضع المعايير والأوزان النسبية لتقنيات الأداء الرقمية وتقنيات الأداء التقليدية المصدر: الباحث

| المعيار | م | العناصر | الوزن النسبي (100%) لكل معيار | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | الأداء الرقمي ✓ | الأداء التقليدي • | الأكثر كفاءة |
| 1- وضع الفكرة والاستكشاف | 1 | مصادر الإلهام | %15 | %85 | • |
| | 2 | الخلفية المعرفية | %10 | %90 | • |
| | 3 | الأنشطة الفكرية | %10 | %90 | • |
| | 4 | المهارة الذاتية | %10 | %90 | • |
| | 5 | التشاركية | %70 | %30 | ✓ |
| | | | | | |
| 2- وضع البدائل | 1 | الوقت | %85 | %15 | ✓ |
| | 2 | التكلفة | %90 | %10 | ✓ |
| | 3 | البرامج الداعمة | %95 | %5 | ✓ |
| | 4 | الطرز المُعقدة | %90 | %10 | ✓ |
| | 5 | التشاركية | %85 | %15 | ✓ |
| | | | | | |
| 3- إختيار البدائل | 1 | الوقت | %90 | %10 | ✓ |
| | 2 | التكلفة | %85 | %15 | ✓ |
| | 3 | المقياس المادي والإفتراضي | %95 | %5 | ✓ |
| | 4 | الطاقة والإستدامة | %90 | %10 | ✓ |
| | 5 | المنتج الأمثل | %95 | %5 | ✓ |
| | | | | | |
| 4- التحليل | 1 | التحليل المعماري | %85 | %15 | ✓ |
| | 2 | التحليل الإنشائي | %90 | %10 | ✓ |
| | 3 | البرامج الداعمة | %95 | %5 | ✓ |
| | 4 | الطاقة والإستدامة | %90 | %10 | ✓ |
| | 5 | التكلفة | %95 | %5 | ✓ |
| | | | | | |
| 5- النمذجة | 1 | الوقت | %85 | %15 | ✓ |
| | 2 | التكلفة | %50 | %50 | ✓ |
| | 3 | العتاد | %95 | %5 | ✓ |
| | 4 | المقياس | %90 | %10 | ✓ |
| | 5 | البرامج الداعمة | %90 | %10 | ✓ |
| | | | | | |
| 6- الإخراج | 1 | الوقت | %80 | %20 | ✓ |
| | 2 | البرامج الداعمة | %95 | %5 | ✓ |
| | 3 | تعدد مصادر العرض | %90 | %10 | ✓ |
| | 4 | التشاركية والإنغماس | %95 | %5 | ✓ |
| | 5 | الواقعية | %80 | %20 | ✓ |
| | | | | | |
| 7- التنفيذ والمتابعة | 1 | الوقت | %80 | %20 | ✓ |
| | 2 | التكلفة واقتصاديات القيمة | %90 | %10 | ✓ |
| | 3 | التشاركية التخصصية المدمجة | %75 | %25 | ✓ |
| | 4 | التصنيع الكمي والجزئي | %95 | %5 | ✓ |
| | 5 | البرامج الداعمة | %90 | %10 | ✓ |
| | | | | | |
| 8- دورة حياة المشروع | 1 | الوقت | %90 | %10 | ✓ |
| | 2 | التكلفة واقتصاديات القيمة | %85 | %15 | ✓ |
| | 3 | الخدمات اللوجيستية | %75 | %25 | ✓ |
| | 4 | التشغيل والصيانة | %90 | %10 | ✓ |
| | 5 | التجديد والإصلاح | %75 | %25 | ✓ |
| | | | | | |
| 9- التفاعل مع الوسط الإفتراضي | 1 | البرامج الداعمة | %90 | %10 | ✓ |
| | 2 | التشاركية المركزية | %90 | %10 | ✓ |
| | 3 | التشاركيةاللامركزية | %100 | 0 | ✓ |
| | 4 | التشاركية مع المستخدمين | %85 | %15 | ✓ |
| | 5 | الواقعية | %90 | %10 | ✓ |
| | | | | | |
| | 1 | الوقت | %85 | %15 | ✓ |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 10- التكامل التخصصي | 2 | التشاركية التصميمية | %90 | %10 | ✓ |
| | 3 | التشاركية التحليلية | %90 | %10 | ✓ |
| | 4 | البرامج الداعمة | %85 | %15 | ✓ |
| | 5 | الأرشفة | %90 | %10 | ✓ |
| | | | | | |
| 11- الإستدامة | 1 | الوقت | %90 | %10 | ✓ |
| | 2 | التشغيل والمتابعة | %85 | %15 | ✓ |
| | 3 | التجديد | %75 | %25 | ✓ |
| | 4 | الطاقة | %90 | %10 | ✓ |
| | 5 | اعادة التدوير | %75 | %25 | ✓ |
| | | | | | |
| 12- التشاركية مع المستخدم | | الوقت | %90 | %10 | ✓ |
| | | التشاركية والإنغماس | %95 | %5 | ✓ |
| | | النقد والتعديل قبل التنفيذ | %80 | %20 | ✓ |
| | | البرامج الداعمة | %90 | %10 | ✓ |
| | | العتاد | %85 | %15 | ✓ |




**13. مشروع استوديو ميتا فلويد- ماريانا كابوجويرا Meta-Fluid Studio – Mariana Cabugueira التصميم في الأستوديوهات اللامركزية وتقنيات التصميم الرقمي الافتراضي المُدمج (دراسة تحليلية)**

وهومشروع تم اطلاقة في شهر يوليو لعام 2022 في عالم الميتافيرس Metaverse الافتراضي كتجربة التصميم والتنفيذ والتشغيل في الواقع الإفتراضي فقط. وهي مرحلة هامة تؤكد على اهمية تطوير امكانات المصمم المعماري في هذة البيئة وضرورة تعلم تلك التقنيات.

يستكشف Meta-Fluid Studio جودة وقوة تصميم البارامتري في الاستوديوهات اللامركزية لتصور البيئات السيبرانية الحضرية في المدن الافتراضية، والهدف منه هو إنشاء مدينة افتراضية قائمة بذاتها صممها 30 مصممًا مختلفًا متعاونين، بالنسبة لهذا الاستوديو، ستنشئ بعض الفرق أنماطًا وصفية ، وانضم اليه بعض المصممين ذو المهارات المختلفة لإنشاء قاعدة حضرية كبرى مجتمعة، حيث سيكون هدفهم انشاء مجالًا حضريًا افتراضيًا قائمًا بذاته وسلسًا وهو الاتجاه لمستقبل المدن الافتراضية.

خلال هذا الاستوديو ، سيتعرف المصممون على برنامج النمذجة ثلاثية الأبعاد - Autodesk Maya البرنامج الأول لـ Fluid Architectureفي سيناريو الحياة الواقعية الحالي و Unreal Engine للحصول على تجربة غامرة لتصميماتهم.

بالنسبة إلى Meta-Fluid Studio ، تعد البيئات الافتراضية حقيقية مثل البيئات المادية، يعملان معًا على تعزيز التجربة المرنة للفضاء ودفع حدود التصميم المرن في الهندسة المعمارية [17].

شكل (15) مشروع استوديو ميتا فلويد- ماريانا كابوجويرا Meta-Fluid Studio – Mariana Cabugueira
المصدر www.Parametric-architecture.com/meta-fluid-studio-mariana-cabugueira

وتكونت عناصر المشروع من الأنماط الحضرية الفوقية، والبنى التحتية، والمباني الرأسية والأفقية، والمياه والمساحات الخضراء، وطبقات متعددة من التصميم الحضري، وكانت مدة تصميم وانشاء المشروع افتراضيا بإستخدمات البرمجيات الرقمية ذات الصلة في ثمانية أسابيع بجدول أعمال كالتالي:

**الأسبوع الأول** (15 مايو): مقدمة Introduction برنامج المشروع + النمذجة الأساسية في برنامج مايا Maya modeling – أنماط برامج Archi والتقنيات الحضريةArchi-typologies

**الأسبوع الثاني** (22 مايو): إنشاء الفريق Creation of teams + استخدام نماذج برنامج مايا Maya للنمذجة والمساحات الحضرية + موجز للمراجعة بين أعضاء فريق التصميمbrief and meet the teams .

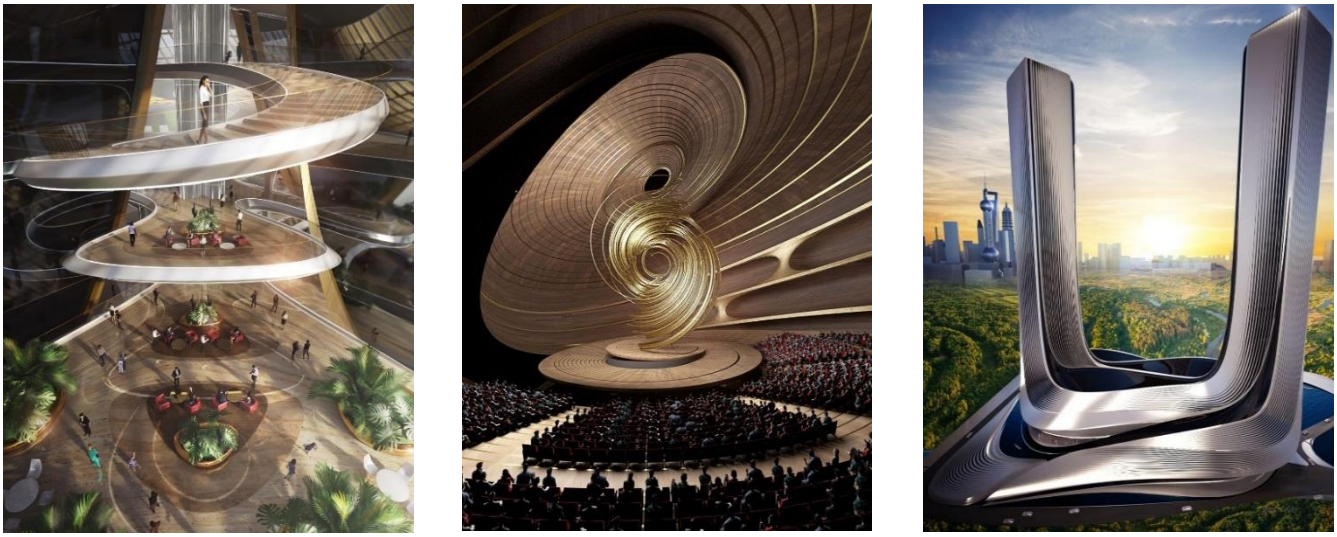
**الأسبوع الثالث** (29 مايو): إستخدام نماذج مايا Maya للنمذجة Typologies والمساحات الحضرية Urban fields + مراجعة المشاريع projects review.

**الأسبوع الرابع** (12 يونيو): استخدام برنامج Unreal basic interface مع مراجعة نماذج مايا Maya مع مراجعة المشروع projects review .

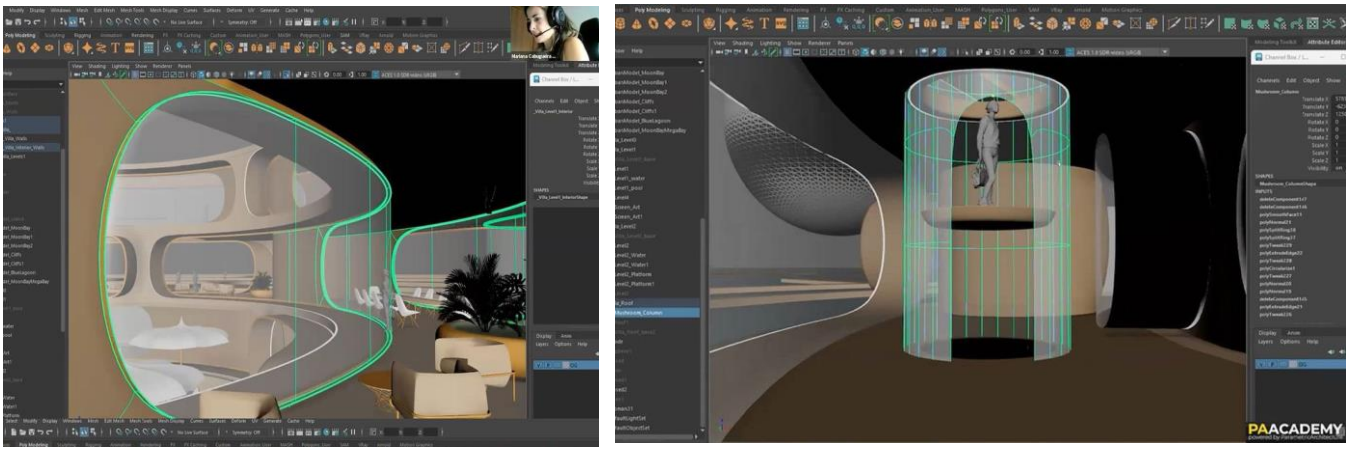
**الأسبوع الخامس** (19 يونيو): استخدام Unreal and experience of space+ مراجعة المشروع.

**الأسبوع السادس** (26 يونيو): الجمع بين المشهد الأخير ومراجعات المشروع. Combine the final scene + Project Reviews

**الأسبوع السابع** (10 يوليو): العرض النهائي للمشروع Final Presentation



شكل (16) مشروع استوديو ميتا فلويد- ماريانا كابوجويرا Meta-Fluid Studio – Mariana Cabugueira
المصدر www.Parametric-architecture.com/meta-fluid-studio-mariana-cabugueira




شكل (17) يوضح تفاعل المصممين بشكل افتراضي داخل عناصر المشروع - ماريانا كابوجويرا – Meta-Fluid Studio Mariana Cabugueira

وأنتهت ورشة العمل بتكامل المشروع بداية من التصميم العام وتشغيلة افتراضيا مع تشارك جميع المهندسين المشاركين بشكل تفاعلي إنشاء مجالًا حضريًا افتراضيًا قائمًا بذاته وسلسًا وهو الاتجاه لمستقبل المدن الافتراضية

ويعتبر هذه الأداء التقني يندرج تحت مسمي التصميم الرقمي الإفتراضي المدمجBuilt-in virtual digital layout باستخدام منظومة ال CAAD ومنظومة BCIM دون الدخول في الواقع المادي عكس الأداء الرقمي في مراحل التصميم والتحليل والإختبار ولكن يكون التنفيذ بالوسط المادي بإضافة منظومة ال CAM، وكانت نتائج هذه التجربة تدور حول وجوب تطوير امكانيات وادوات المصمم المعماري لتغذية وتعديل واضافة المحددات والمعايير الخاصة بتلك العوالم الجديدة، مع اهمية تدارك أن عملاء المستقبل سيتعاملون مع تلك التقنيات والعوالم بشكل دائم ومستمر فى كل الجوانب الاجتماعية والاقتصادية والترفيهية، الأمر الذي بدورة يفرض تلك التقنيات على مؤسسات العمل والتعلم المعماري.

**14. مشروع استوديو بوشان Bhooshan Studio (AADLR) مشروع SPACE TRADING وتقنيات التصميم الرقمي الافتراضي الكمي Built-in virtual digital design :**

ستوديو بوهشان Bhooshan Studio التشاركي لدراسة البيئة المبنية الناشئة Emergent Built Environment والنمذجة الآلية Robotic Manufacturing ، والتكنولوجيا الحكومية Gov-Tech وهو جزء من الأستوديوهات التابعة لمؤسسة AADRLمختبر أبحاث التصميم (DRL) في لندن هو برنامج بحثي **للتصميم ما بعد الاحتراف** مدته 16 شهرًا في مجال الهندسة

المعمارية والعمران ، ويعد هذا المختبر المشهور عالميًا في طليعة تجارب التصميم على مدار العشرين عامًا الماضية ، وهو من الكيانات الرائدة في الأساليب المُتقدمة في التصميم الرقمي Digital design والتصنيع الكميQuantitative manufacturing والذكاء الإصطناعي Artificial intelligence ،

يستند الأستوديو إلى إطار عمل متطور لدورات بحث مدتها **ثلاث سنوات** تستجوب الهندسة المعمارية والعمران من مقياس المدينة إلى المقياس النانوي بقيادة مبتكرين في مجالات الهندسة المعمارية والتصميم والهندسة، ويتبع مختبر DRL نهجًا متعدد التخصصات للتصميم يمتد إلى ما وراء الهندسة المعمارية، حيث يُعزز التعاون مع شركات ومؤسسات مثل Ferrari و Festo و AKTII و Reider و Odico Robotics، ويعتبر المختبر مساحة للتعاون والإبتكار والإبداع بأسلوب يسعى إلى تطوير الجيل القادم من المهندسين المعماريين الذين سيشاركون بنشاط في هذا المجال ويؤثرون عليه، حيث قام العديد من الخريجون المتميزون لتأسيس مكاتب وقيادة مجموعات بحثية متقدمة والتدريس في المدارس في جميع أنحاء العالم**[19].**

ويستكشف الاستوديو إنشاء العمارة والعمران من خلال آليات تشاركية Participatory ، حيث يعتمد بحث تصميم الاستوديو على خبرته السابقة في التصميم الهندسي بمساعدة الكمبيوتر Computer-aided geometric design والتصنيع الآلي Robotic fabrication والبناء الصناعي Industrialized construction، حيث توفر تقنيات الإدراك المادي Physical realization هذه الركيزة لإطار مشاركة المصممين والعملاء في بيئة مثالية للعمل معًا ، حيث ينشئون مساحات وآليات حوكمة لاستضافة المجتمعات عبر الإنترنت، تحسباً لإدراكها المادي،

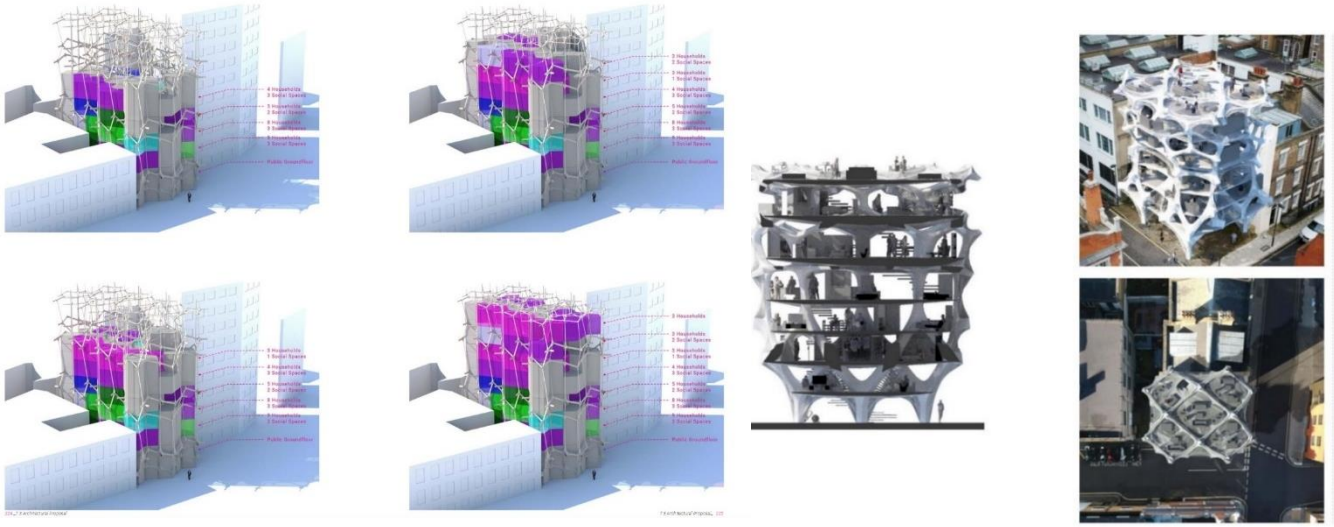
شكل (18) يوضح ستوديوAADLR 2022
المصدر https://drl.aaschool.ac.uk/

وتجمع هذه المنصات الإلكترونية المادية بين الفوائد الاجتماعية والاستكشافية وتأثير الشبكة لـ (Met verses) عبر الإنترنت مع الاستخدام الفعال لموارد التقنيات الرقمية.

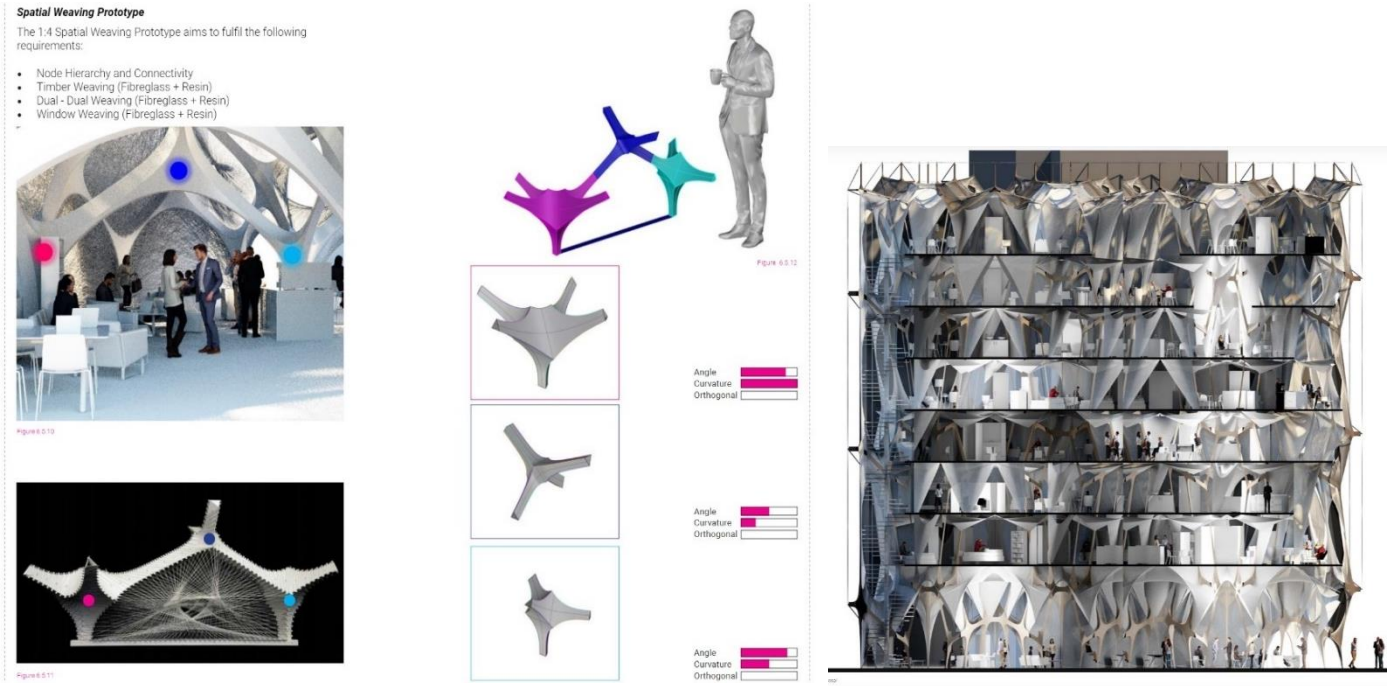
ومن تطلعات الاستوديو هو الإعتماد الكلي على التصنيع الآلي Robotic مع تمكين استراتيجيات التصميم الشامل Mass Customized Design التي يمكن أن تنافس نماذج العيش المشترك المعاصرة في المدن عالية الإنتاجية، ويعتمد الأستوديو.

**15. مشروع استوديو شاجاي بوهشان Studio Shajay Bhooshan مشروع جناح الحياة السحابية CLOUD LIVING وتقنيات التصميم الرقمي الافتراضي الكمي Built-in Virtual digital design:**

ستوديو شاجاي بوهشان التشاركي لدراسة البيئة المبنية الناشئة Emergent Built Environment والنمذجة الآلية Robotic Manufacturing ، والتكنولوجيا الحكومية Gov-Tech لإنشاء مشروع تحت مسمى الفراغ التشاركي Combinatorial Subscription Living جناح الحياة التشاركية التوافقية السحابية CLOUD LIVING والقائم على مشاركة الاستخدامات الممكنة بمشاركة المصممين والمستخدمين، حيث يتكون فريق الأستوديو من مصممين تختلف ثقافاتهم وخلفياتهم، ويضم كل من ليو كلاوديوس بيلنج (ألمانيا)(Leo Claudius Bieling (Germany ، بسنت الشيمي (مصر)(Basant Elshimy (Egypt ، أريادنا لوبيز رودريجيز (المكسيك)(Ariadna Lopez Rodriguez (Mexico **[21].**



شكل (19) يوضح التصميم الرقمي لمشروع جناح الحياة التشاركية التوافقية السحابية CLOUD LIVING باستخدام منظومة CAAD
المصدر : https://issuu.com/leoclaudiusbieling/docs/170106_finalbooksmall




شكل (20) يوضح التصميم الرقمي والتفاعلي الافتراضي لمشروع جناح الحياة التشاركية التوافقية السحابية CLOUD LIVING باستخدام منظومة CAAD
المصدر : https://issuu.com/leoclaudiusbieling/docs/170106_finalbooksmall

يهدف مشروع Cloud Living العيش المشترك كنموذج للاستهلاك التعاوني، حيث لا يتحمل فرد تكلفة المعيشة، بل يتم التفاوض عليها داخل مجموعة أكبر، الهدف هو بناء مجتمع ديناميكي في Inner City London والذي يتم تعزيزه بواسطة التقنيات التي تتيح التصميم القائم على البيانات والتخصيص المكاني التوافقي بمشاركة المصممين والمستخدمين انفسهم من خلال العرض

الافتراضي والمادي المصغر والانتاج الجزئي للمشروع باستخدام تقنيات CAAD +CAM باستخدام Grasshopper وبرمجيات Rhinoceros 3D وبرمجيات LunaMoth.

وينتج عن ذلك نموذج معيشة معاصر يتكيف مع نمط الحياة المتزايد التعقيد للمشترك في المدن ذات الكثافة السكانية العالية، يتكون الاقتراح من مكونات من الألياف الزجاجية المقواة المنسوجة آليًا وهيكل خشبي خفيف الوزن يتم تجميعه من الأسطح القابلة للتطوير، تجمع هذه الطريقة بين الهندسة والتصنيع والإحصائيات ضمن أرضية رقمية مشتركة. تستهدف Cloud Living قطع الأراضي غير المستغلة والمنتشرة عبر شرق وسط لندن والتي تتطلب إنشاءًا تدريجيًا لاستغلال إمكانات المواقع الغير مستغلة.

يقترح المصممون إثراء تجربة التصميم من خلال دمج التقنيات الرقمية التي تدعم أصلاً تغييرات التصميم الشاملة، مع الواقع المادي، وهي منهجية للتفاعل مع برامج ونماذج عناصر المشروع في الواقع المادي من خلال الانتاج والتجربة من خلال:

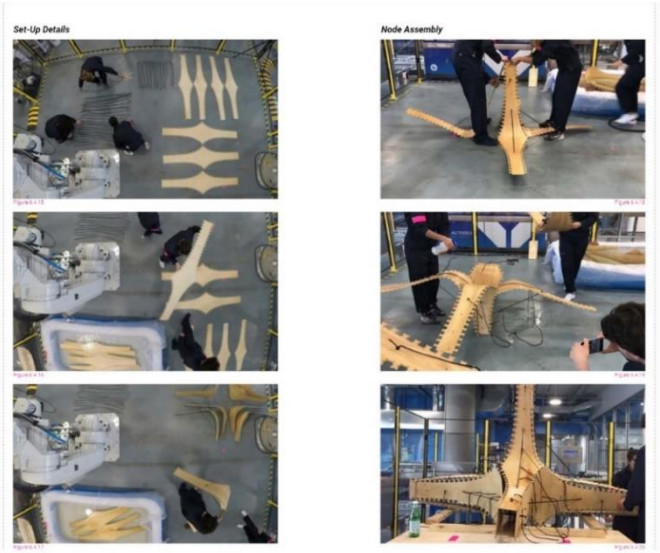
1. دراسة الحلول الموجودة لتكامل الحلول البارامترية في الواقع المادي من خلال التصميم الرقمي والانتاج الكمي.

2. تطوير منهجية دمج افكار المصممين مع احتياجات المستخدمين.

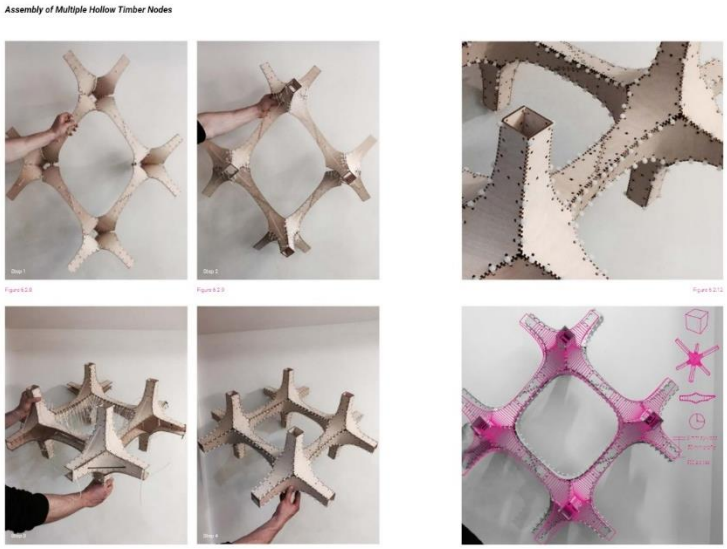
3. تحديد الاستخدامات المطلوبة لتنفيذ المنهجية.

4. تقييم المنهجية من خلال اختبار المستخدم الاستكشافي.

شكل (21) يوضح التصميم الرقمي والتفاعلي الافتراضي لمشروع جناح الحياة التشاركية التوافقية السحابية CLOUD LIVING باستخدام منظومة CAAD
المصدر : https://issuu.com/leoclaudiusbieling/docs/170106_finalbooksmall



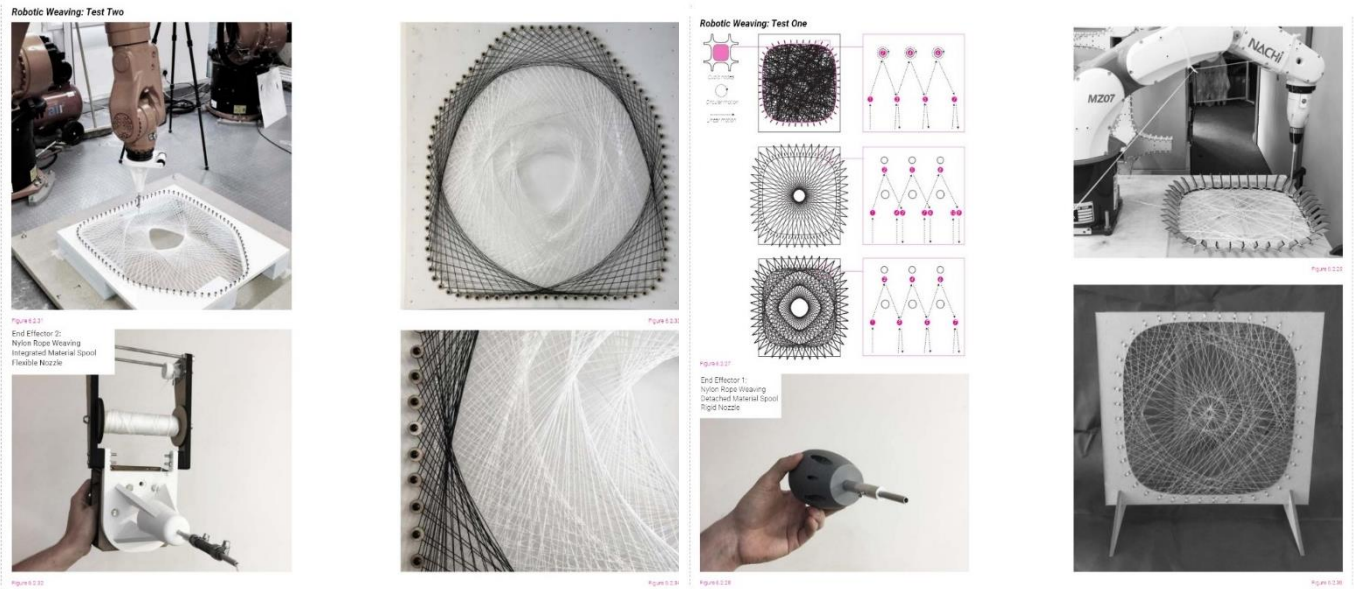

شكل (22) يوضح النمذجة من الوسط الرقمي الى الوسط المادي لمشروع جناح الحياة التشاركية التوافقية السحابية CLOUD LIVING باستخدام منظومة CAM
المصدر : https://issuu.com/leoclaudiusbieling/docs/170106_finalbooksmall




شكل (23) يوضح مرحلة انتاج النماذج الأولية لمشروع جناح الحياة التشاركية التوافقية السحابية CLOUD LIVING باستخدام منظومة CAM
المصدر : https://issuu.com/leoclaudiusbieling/docs/170106_finalbooksmall

تم انتاج النماذج الأولية استنادا الي التصميمات الرقمية والمخرجات البرمجية لبرامج Grasshopper وبرمجيات Rhinoceros 3D وبرمجيات LunaMoth و برمجيات Autodesk buildspace لاتمام الدراسة المعمارية والانشائية للمشروع في مراحلة الأولية.

شكل (24) يوضح مراحل النمذجة من الوسط الرقمي الى الوسط المادي باستخدام التصنيع الكميQuantitative manufacturing و التصنيع الآلي Robotic
المصدر : https://issuu.com/leoclaudiusbieling/docs/170106_finalbooksmall




شكل (25) يوضح مراحل النمذجة من الوسط الرقمي الى الوسط المادي باستخدام باستخدام منظومة CAM
المصدر : https://issuu.com/leoclaudiusbieling/docs/170106_finalbooksmall

تم تجربة النموذج الأولي وعمل محاكاة واختبار احمال وجودة الخامات والأستدامة البيئية ودراسة العوامل الطبيعية من شمس ورياح وامطار واختيار البديل الأمثل قبل أن يتم انتاجة باستخدام Robot - Automated manufacturing للأنتاج بالمقياس الحقيقي ليتم بعد ذلك انتاج المبني ، كتجربة متكاملة بداية من وضع الفكرة التشاركية والأستخدامات المطلوبة ليكون منتج تكاملي

تم انتاجة بالأساليب المُتقدمة في التصميم الرقمي Digital design والتصنيع الكميQuantitative manufacturing والذكاء الإصطناعي Artificial intelligence.

شكل (26) يوضح انتاج العنصار الإنشائية بالمقياس الحقيقي باستخدام Robot (Automated manufacturing) النمذجة من الوسط الرقمي الى الوسط المادي باستخدام باستخدام منظومة CAM

المصدر : https://issuu.com/leoclaudiusbieling/docs/170106_finalbooksmall

**16. مشروع استوديو World Design Studio Egypt WDS بجامعة عين شمس بالقاهرة - مشروع تطوير الممشي السياحي بمدينة الغردقة (التعليم التشاركي) وتقنيات التصميم الرقمي –دراسة محلية:**

World Design Studio (WDS) هو استوديو دولي يعتمد على التعلم القائم على التصميم التشاركي في البيئة البنائية لحل المشكلات واستخدام التقنيات الرقمية بالمشاركة بين جامعة عين شمس والمؤسسات الدولية مثل جامعة كليمسون كارولينا الجنوبية (Clemson University South Carolina-USA) وجامعة هواتشونغ للعلوم والتكنولوجيا الصينية (Huazhong University of Science and Technology- China) حيث يواجه الطلاب تحديات أو مواقف حياتية حقيقية تتطلب اهتمامنا لاقتراح الحلول والاستراتيجيات والتصاميم التي نأمل أن يكون لها دور في التنمية الوطنية والدولية والازدهار.

قام الأستوديو تطوير بيئة الأستوديو التقليدية إلى البيئة التشاركية التفاعلية باستخدام عناصر التعلم الإستكشافي التعاوني ودمج الخبرات العالمية والمحلية لتطوير العملية التعلمية للطلاب.

أعتمد الأستوديو في هذا المشروع على تقنيات الاداء الرقمي باستخدام منظومات الكااد CAAD فقط كبداية لتطوير الناتج المحلي، ولكن مازالت منظومات الكام CAMوالنمذجة وتقنيات الواقع الإفتراضي والتصنيع الكمي في طور التطور لحاجاتها للعتاد والبرامج الداعمة والبنية الأساسية لتطور الأستوديو التقني.

شكل (27) يوضح **استوديو World Design Studio Egypt WDS** التشاركي المركزي
المصدر : https://eng.asu.edu.eg/services/wds/projects

الركائز الأساسية للاستوديو هي الهندسة المعمارية والتصميم الحضري والمناظر الطبيعية، ولكن في WDS يتم اعتماد النهج متعدد التخصصات، لذلك تأتي مع كل مشروع تحديات مختلفة تتطلب مدخلات من **تخصصات مختلفة** للحصول على أفضل تجربة واقعية ، حيث تمر الدراسة علي ثلاث مراحل يشارك فيها طلاب المرحلة الاولى والثالثة والأخيرة

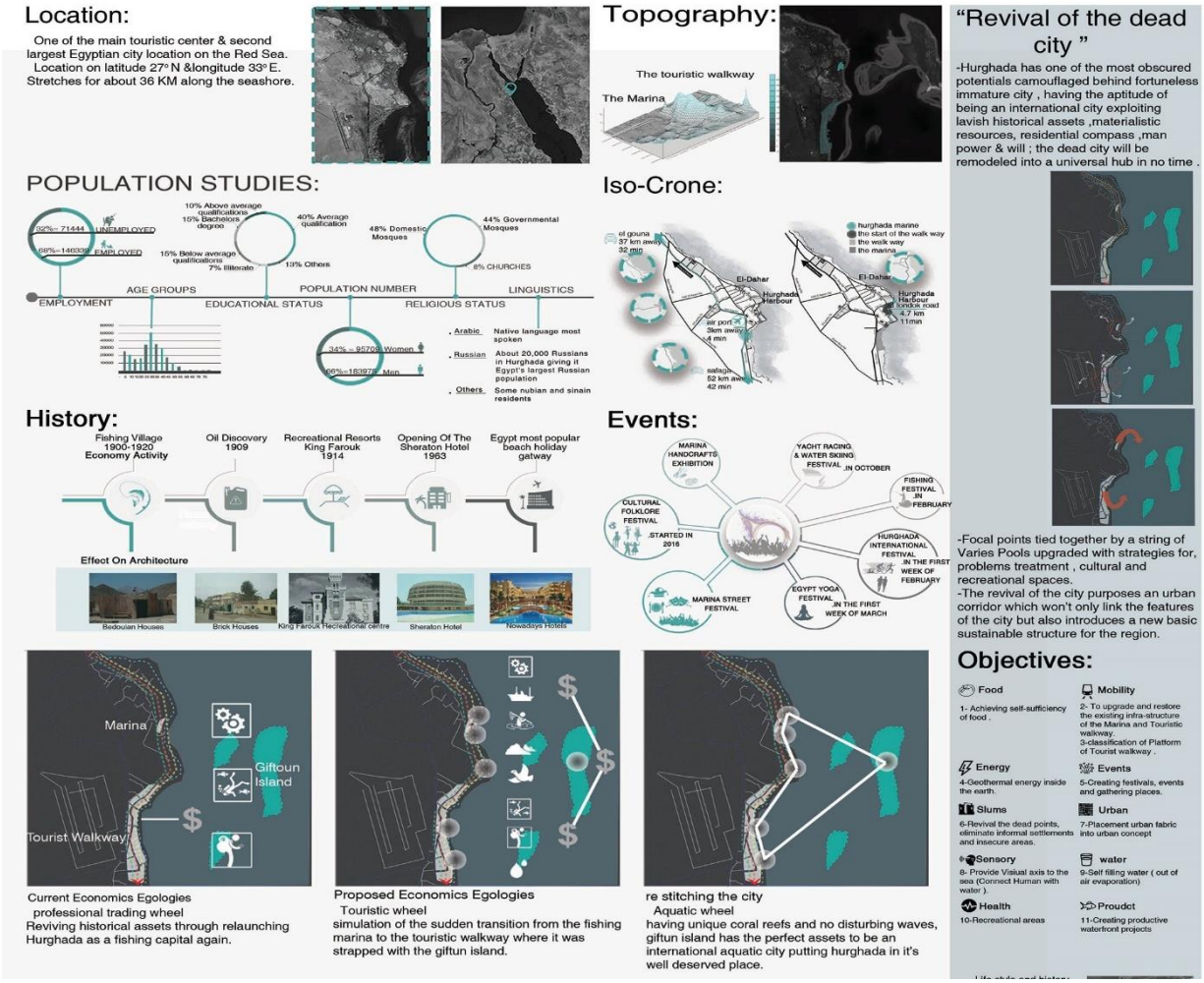
1- مرحلة الإعداد: ما قبل WDS وهي عبارة عن دورات صيفية للطلاب في سنواتهم الأولى (السنة الأولى إلى الثالثة) الذين يرغبون في المشاركة في سنتهم الأخيرة في World Design Studio من أجل إعدادهم للتجربة حتى يتمكنوا من تحقيق أقصى استفادة منها.

2- المشروع التحضيري: يتم إعطاء الطلاب مشروعًا على نطاق أصغر في نفس المنطقة التي سيدرسونها في المرحلة التالية ليكونوا على دراية بالمنطقة وجميع خصائصها، وتشمل هذه المرحلة التحليل المسبق للمخزون والعمل الجماعي الداخلي.
3- المشروع الفعلي: الحالة الفعلية التي يتم فيها إعطاء الطلاب التحدي في الواقع بجميع جوانبه، وتشمل هذه المرحلة تحليل المخزون والعمل الجماعي الداخلي والثقافي لتحقيق المعرفة المثلى والتبادل الثقافي.

شكل (28) يوضح تشارك المصممين لامركزيا بشكل افتراضي داخل عناصر المشروع **World Design Studio Egypt WDS**
المصدر : https://eng.asu.edu.eg/services/wds/projects

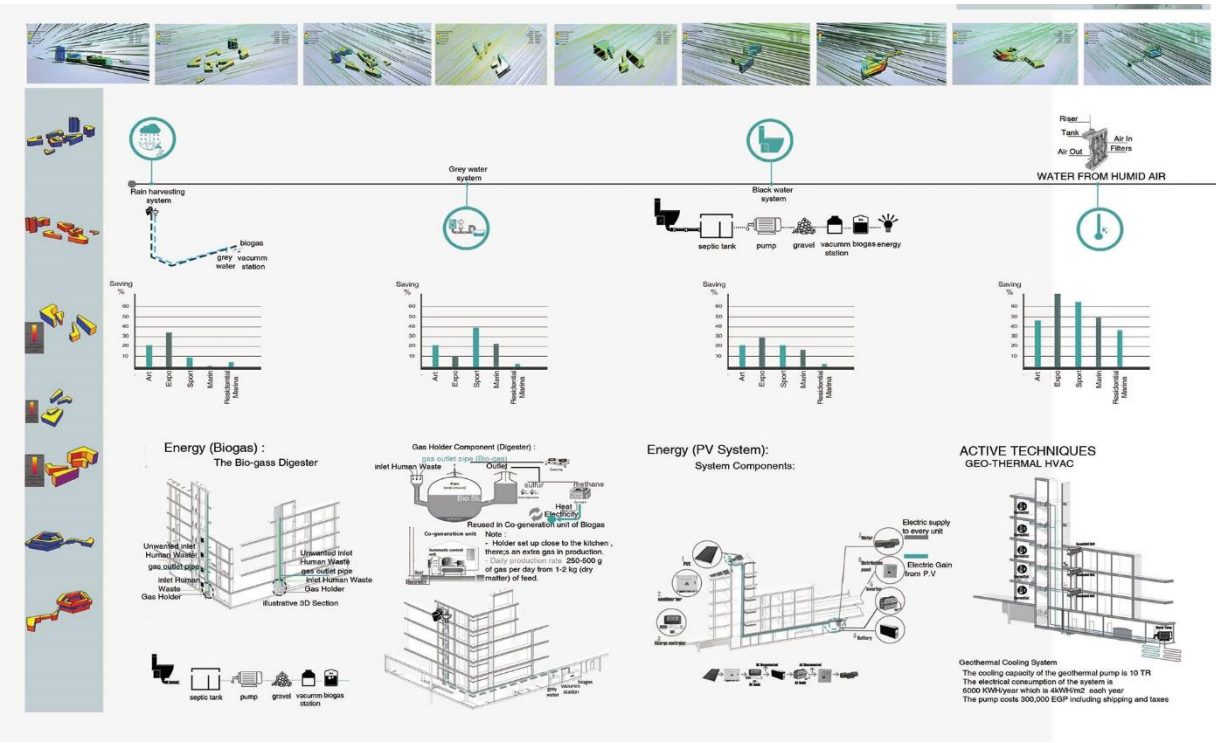
يهدف الأستوديو إلى الدخول في مشاريع التطوير الضخمة التي تتماشى مع رؤية التنمية الحكومية للغردقة كوجهة سياحية عالمية، مع اتخاذ الممشى السياحي ومرسى اليخوت كنقطة انطلاق لهذا التطوير.

وبعد الزيارات الميدانية للطلاب وذوى الخبرة والمقابلات والتحليلاتقامو بتحليل المشكلة التي تواجه الغردقة بوضوح في الوصول إلى المكان الذي ينبغي أن تكون فيه، وقامو بوضع رؤية تصميمية لمدينة الغردقة باعتبارها وجهة عالمية ومنتدى ثقافي، يستهدف السياحة على مدار العام مما يوفر حلاً لمشكلة الركود الاقتصادي وتسريح العمال الناجم عن الاعتماد على السياحة الموسمية فقط، ولنجاح واستمرار هذا التطور كان لا بد من **مشاركة** السكان المحليين لفهم أصل المشكلة لتعزيز دور المستخدم في العملية التصميمة، وكان ذلك من خلال تحسين البيئة الحضرية للسكان المحليين واستهداف تحسين مستواهم الاجتماعي والثقافي.




شكل (29) يوضح الدراسات الحضرية لعناصر المشروع بإستخدام منظومة الكاد
المصدر : https://eng.asu.edu.eg/services/wds/projects

استخدم المصممون برامج التحليل الحضري والبيئى لعناصر المشروع باستخدام برمجيات دراسة الطاقه ووضع بدائل لها ودراسة درجات الحرارة والإضائه خلال ساعات النهار وكذلك خلال فصول السنه وتقوم البرمجيات بوضع الخطط البديله للإستفاده القصوى من الجانب البيئى للمشروع، وتقوم البرمجيات ببتقييم التصميم مع مختلف بيانات الأداء، كردود الفعل، وهو برنامج بصري للمهندسين المعماريين، والتي تمكنهم من اختبار قضايا الأداء البيئي ومحاكاة البيئة المختلفة والظروف المناخية من أجل تصميم أفضل وكفاءة وهي احد العناصر المندرجة تحت منظومة الكاد CAAD كما هو موضح بشكل 30.

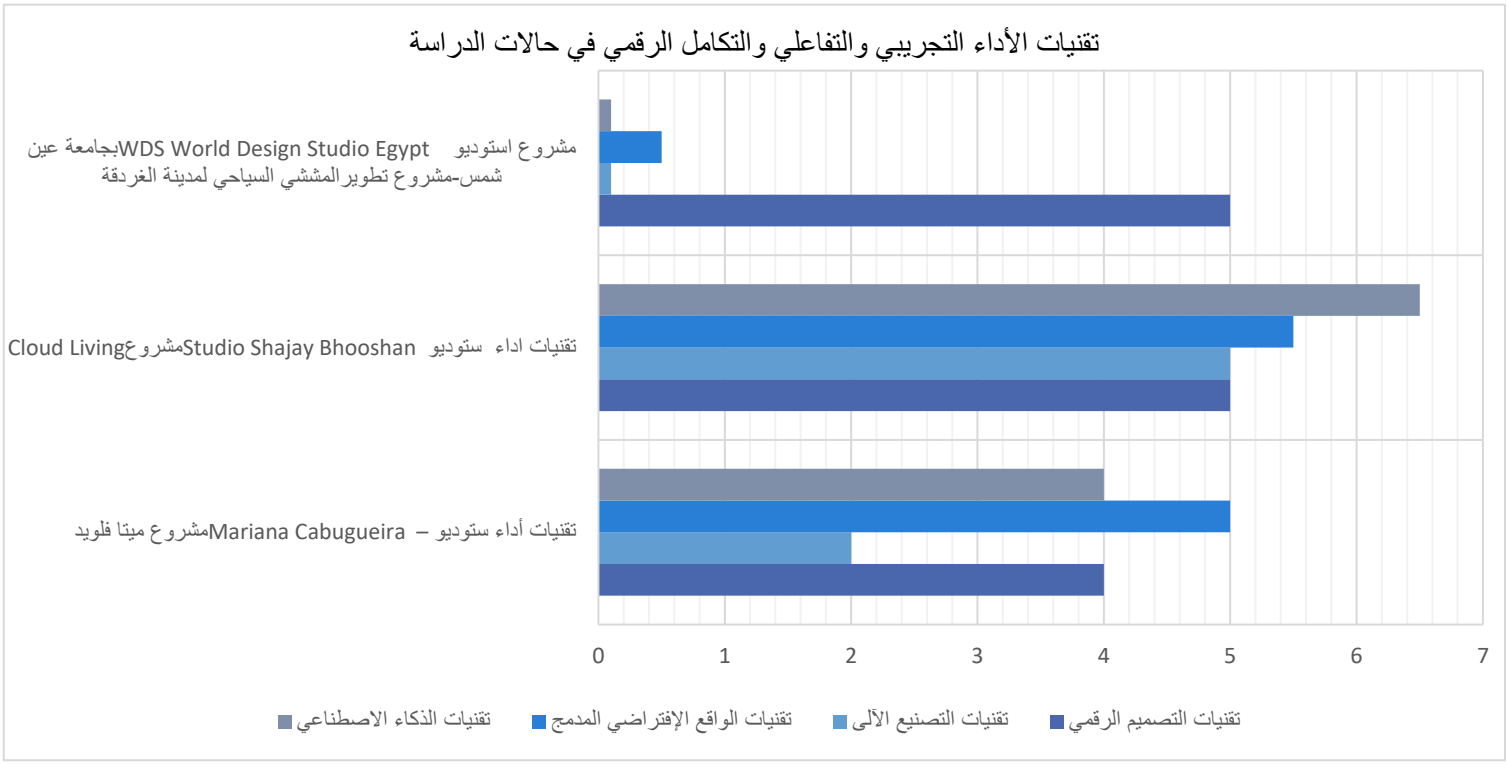



شكل (30) يوضح الدراسات البيئية للمشروع بإستخدام برمجيات منظومة الكااد
المصدر : https://eng.asu.edu.eg/services/wds/projects

ويعتبر هذه الأداء التقني يندرج تحت مسمي الأداء الرقمي في مراحل التصميم والتحليل والإختبار ولكن يكون التنفيذ بالوسط المادي فقط دون إضافة منظومة الكام CAM وهذا لم يندرج تحت أساسايات الأستوديو حتى الآن، وكانت نتائج هذه التجربة تدور حول وجوب تطوير امكانيات وادوات المصمم المعماري لتغذية وتعديل واضافة المحددات والمعايير الخاصة بتلك المعايير بالنظلر الى حالات الدراسة السابقة.

شكل (31) يوضح الإخراج النهائي للمشروع باستخدام برمجيات منظومة الكااد
المصدر : https://eng.asu.edu.eg/services/wds/projects

ويحتاج تطوير الأستوديو إلى تطوير المنهجية وعناصر التطور بطبيق تقنيات الأداء الرقمية في المنظومات الثلاث ( CAAD- CAM- BCIM والأنظمة الغير إندماجية والتقنيات الاندماجية المتكاملة Performance Integration Techniques in Design في التصميم الرقمي Digital design والتصنيع الكمي Quantitative manufacturing والذكاء الإصطناعي Artificial intelligence قد لما له من أثر ب كبير في تطورأدوات التصميم وأدوات التخطيط، والقدرات الإنتاجية، ومقاييس الاختبار وتقييم الأداء الكلي للمباني والأحياء وقياس الأداء البيئي ومدي جاهزية تلك المباني للتجانس مع المحيط وقابليتها للتطوير




## النتائج:

- خلصت نتائج البحث إلى أن الطرق التقليدية في العملية التصميمية والعملية التنفيذية تستهلك الوقت والموارد لاختبار مدي فاعلية المنشآت وتأثيراتها على المستخدمين في ظل التطور العمراني مما ينشأ عنه انتاج مباني تعتبر عبئاً ثقيلا على البيئة والأجيال القادمة، وبالدراسة توصل البحث إلى أن التقنيات الرقمية في التصميم المعماري والعمراني المستدام والعمليات التنفيذية والتشغيلية تمثل ثورة في كيفية التفكير بتصميم وبناء وتشغيل الأبنية، وترشيد الموارد، والحفاظ علي البيئة، وخلق مجتمع عمراني متكامل ومستدام.
- من خلال تحليل حالات الدراسة تبين أن التقنيات الرقمية التي تتم في بيئة تعتمد على استخدام علم واستراتيجيات التعلم الاستكشافي والتجريبي والتفاعلي والقائم على النظرية البنائية فى حل المشكلات يجعل من المعلم والمتعلم شركاء في التعلم، ومما يميز تقنيات الأداء التفاعلية والتجريبية بشكل جماعى هو تكامل الأنشطة الفردية مثل ورش العمل ومشاهدة أعمال المجموعات المتنوعة لتبادل الخبرات بطريقة سهلة وسريعه، وتقليص المعوقات الفردية التى تنشأ فى حالة الفردية والتلقين والنمطية والعزلة عن خبرات الآخرين في بيئة ميسرة للعملية التصميمية، حيث يعتبر تصميم بيئة الاستوديو بمثابة هيكل تنظيمي، من أجل وضع استراتيجيات مُبتكرة في استوديو التصميم.
- دراسة وتطبيق تقنيات الأداء الرقمي Digital Performance technologies فى منظومة التعلم والعمل المعماري، والتى تتمثل فى (التطور الرقمى، مخرجات التطور الرقمى وأثره على تقنيات الأداء، هيكلة منظومة التعليم والعمل المعماري ) تساهم في انتاج مشروعات أكثر كفاءة حيث يتم تصميمها واختبارها وانتاجها جزئيا في معامل صناعة النماذج الهندسية بمشاركة كافة التخصصات والمستخدمين مما يساهم فى تفادي الكثير من المعوقات والمشاكل الاحقة في العملية التنفيذية الفعلية.
- اعتماد منظومات (CAAD و CAM وBCIM ) وإحلالها فى كل المناهج الدراسية في استوديوهات التعلم المعماري زمانياً ومكانياً ساهم في تطور صناعة الهندسة المعمارية وساعد المؤسسات المعمارية على التطور العلمي والعملي فى المجال الهندسي اسوة بباقي التخصصات الأخرى حيث ساهمت تلك التقنيات في دراسة وتحليل المواد الإنشائية المقترحة والنظم الإنشائية المتعددة وآليات التنفيذ واستغلال الموارد المتجددة مثل طاقة الشمس والرياح وتوفير وترشيد موارد المياه واستغلال الأمطار،لأختبار أفضل الحلول للوصول إلى آليات التنفيذ الأكثر استدامة.
- إن تعزيز دور المعماريين المتخصصين، وتطوير المهارات التقنية والرقمية للمعلمين، وتحديث البنية الأساسية المكانية والزمانية لمؤسسات التعليم المعماري يساهم في مواكبة التطور اللامتناهي للنظم الرقمية وتقنيات الذكاء الصطناعي والعوالم الإفتراضية، ليكون لهم الدور الأساسي لمتابعة ومراجعة نتائج تلك الأدوات، ووضع المحددات الأساسية وعدم ترك الساحة لغير المتخصصين لتغذية تلك التقنيات بتعزيز دور النظريات والعلوم المعمارية على التكوين العلمى للطالب والمصمم المعماري .

## التوصيات:

- ينبغي تحويل بيئة الاستوديو التصميم التقليدي إلى **الاستوديو البنائي التشاركي** من خلال تطوير البنية الأساسية في الاستوديوهات المعمارية ومؤسسات التعليم المعماري بما يواكب صناعة العمارة الحديثة بادخال المنظومات التقنية المشار اليها في البحث .
- يوصي الباحث في اعتماد ماتوصلت إليه المؤسسات الدولية في رفع كفائة المعلم تقنياً وتطوير القدرات الرقمية فى مجالى التصميم و التنفيذ والإنتاج لصياغة العملية التنفذية لتكون مُتممه للعملية التصميمية فى إطار منهجى قائم على المعلومات الرقمية فى تنفيذ وإنتاج عناصر المشروع ونهاية بالتشغيل والمتابعه لاحقا، بإستخدام تكنولوجيا البناء الرقمية المعاصرة والتى تعتبر ترجمة حقيقية للواقع المعمارى الجديد الذى لاينبغى أن يكون المُصممين بمعزل عنه حتى فى بدايات وضع الفكرة التصميمية والتى تتغير بإمكانيات التقنية مما تعطى للمعمارى حرية الإبداع وتفتح أمامه أفاق جديده نحو المستقبل وتمكنه من مُجاراة التقدم التقني فى عمليتى التصميم والعرض.
- التعاون المشترك بين التخصصات المختلفة في المجال الهندسي لتكامل العملية التعليمية بتطبيق مبادئ البيئة البنائية التفاعلية القائمة على استكشاف وحل المشكلات والاكتشاف والتدريب العملي والارتكاز إلى أن عملية التعليم هي عملية نشطة وأن المعلومات لا تفرض ولكن يجب أن تاتي من الداخل وهي البيئة القائمة على تدفق الأفكار، والأستكشاف، واقتراح التفسيرات والحل، واتخاذ الإجراءات، وكل ذلك يمكن استخدام.
- ينبغي تبني الحكومات استراتيجية مشاركة مؤسسات التعليم في وضع الخطط المستقبلية ودعم واتخاذ القرارفيما يخص العمارة والعمران لما له من تأثير مباشر على ترشيد موارد الدولة من خلالاعتماد تقنيات الأداء الرقمي في دراسة وحل المشكلات البيئية وترشيد الموارد قبل التنفيذ الفعلي.

## المراجع:


1- احمد ذكى ابوبكر2011 (مفهوم ودلالة الإبداع فى التعليم المعماري المُعاصر)|ممثل جامعة ماليزيا التقنية-قطر
2- عبد الباقى ابراهيم (بناء الفكر المعمارى والعملية التصميمية)- مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية – القاهرة
3- سامر السيارى 2016 – (عصر البرمجة البصرية وتحديات نمذجة المعلومات)- BIM Arabia - العدد الرابع Computational BIM
4- كمال شوقى2016 (مراحل حياة المبنىBIM-BAM-BOOM ) BIM Arabia العدد الرابع- لندن
5- اشرف عبد المنعم ومحمود فتحي 2019 (الفجوة الرقمية في العملية التصميمية -مقارنة بين الفكر والأداء التصميمي في الأعمال الأجنبية والمصرية) جامعة بنها .
6- رشيد التلواتي 2014 ( نظريات التعلُم- النظرية البنائية)

5. Computing in Architectural Design: Reflections and Approaches for New Generations of CAAD Research gate- Electronic Journal of Information Technology in Construction 11:655-668 -2006
6. sitewww.arc.unic.ac.cy Computational Design and Digital Fabrication 2022. Date of visiting 2023-8
7. www.autodesk.com Date of visiting 2023-8. Date of visiting 7-2023
8. Challagher, R. 1995 (Computer visualization Book) CRC, press, Inc, Florida, USA,P.4
9. https://es.aap.cornell.edu Environmental Systems Lab at Cornell University-USA 2021 Date of visiting 2023-8
10. Algorithmic Design in Virtual Reality by Renata Castelo-BrancoINESC-ID/Instituto Superior Technical, University of Lisbon, 1000-029/1049-001 Lisbon, Portugal. Date of visiting 8-2023 https://pixel.big.dk/#projects Bjarke Ingels Group . Date of visiting 8-2023
11. https://doi.org/10.3390/architecture2010003. Date of visiting 7-2023
12. https://es.aap.cornell.edu Environmental Systems Lab at Cornell University-USA . Date of visiting 7-2023
13. Building information modelling (BIM) for sustainable building design - Kam-din Wong and Qing Fan Department of Building and Real Estate, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China- Vol. 31 No. 3/4, 2013
14. www.innoviusresearch.com/blog/metaverse/explore-the-technologies-of-metaverse NOV- 2022
15. www.dappradar.com/blog/what-is-the-metaverse Sep 2022 Date of visiting 7-2023
16. www.Parametric-architecture.com/meta-fluid-studio-mariana-cabugueira APRIL 2022. Date of visiting 8-2023
17. www.zdnet.com/article/what-is-the-metaverse-and-who-will-build-it by Charles McLellan, Senior Editor on Oct. 12, 2022 Date of visiting 8-2023
18. Pr2022.aaschool.ac.uk/programmes/architecture-and-urbanism-dlr

19. https://drl.aaschool.ac.uk/ 2023 Date of visiting 9-2023
20. https://issuu.com/leoclaudiusbieling/docs/170106_finalbooksmall Cloud Living - Combinatorial Subscription Living by Leo Bieling 2018. Date of visiting 9-2023
21. Law, A. &Kelton, "Simulation Modeling and Analysis", Mc Graw Hill, Lnc, USA, 2000, P.1.
22. http://designlaunches.com/gadgets/multifunction_design_table_digital_design_board.php
23. https://www.microsoft.com/en-us/hololens. Date of visiting 9-2023
24. http://lazahome.com/design/augmented-reality-will-change-the-way-architects-work-says-greg-lynn. Date of visiting 8-2023
25. http://nljones.scripts.mit.edu/publications.php Date of visiting 8-2023
26. www.innoviusresearch.com/blog/metaverse/explore-the-technologies-of-metaverse Date of visiting 9-2023
27. https://www.h-architecture.com/Portfolio/SEJONG-PERFORMING-ARTS-CENTER 2022
28. https://news.clemson.edu/clemson-launches-world-design-studio-with-universities-in-egypt-and-china/ 2022
29. https://eng.asu.edu.eg/services/wds/study 2023
30. https://www.aucegypt.edu/climate-change 2023
31. http://hust.admissions.cn/ 2023
32. https://www.architecture.com/ 2023
33. https://dynamics.microsoft.com/ar-sa/mixed-reality/guides/what-is-augmented-reality-ar/ 2023