Journal of
Engineering Sciences
Faculty of Engineering
Assiut University
JES
مجلة
العلوم الهندسية
كلية الهندسة
جامعة أسيوط
journal homepage: http://jesaun.journals.ekb.eg

The Impact of Using Advanced Computer Programs on The Interior Architectural Design of The Home

أثر استخدام برامج الحاسوب المتقدمة في التصميم المعماري الداخلي للمسكن

Received 15 February 2025; Revised 2 June 2025; Accepted 2 June 2025

Abstract: This study examines the evolution of advanced computer software in its various versions, stages, techniques, parametric design, algorithms, and BIM technologies, as well as their positive impacts, advantages, and the challenges they entail in enhancing interior design quality and, consequently, the quality of life within residential buildings. The study focuses on three-dimensional modeling technology and modern design and drafting software, highlighting their role in enhancing precision and detail in the design of interior spaces. Additionally, it reviews the benefits of employing virtual reality techniques and virtual tours to foster user engagement and facilitate design exploration before implementation, thereby reducing time and costs associated with modifications during the early stages of a project. The study concludes that advancements in computer software represent a fundamental shift in the field of interior design, contributing to increased work efficiency and improved experiences for both users and designers, which positively influences housing quality and enriches the residents' living experience. The study aims to promote the adoption of advanced digital tools in the design process while emphasizing the need to bridge the gap between traditional methods and modern software-based approaches. It also highlights the importance of integrating architects and all related professionals to acquire the necessary expertise for achieving sound design, stressing the imperative of involving architects in software development processes to ensure effective harmony between design and technical aspects.

(محمد محمد عبد الحميد)[1]
Mohamed Mohamed Abdel Hamid

Keywords
Computer software - interior design - environmental interior design - housing quality.

[1] أستاذ العمارة المساعد – المعهد الكندي العالي للهندسة بالسادس من أكتوبر-CIC - وكيل المعهد الكندي./ أستاذ مساعد بقسم العمارة – كلية الهندسة – جامعة الأزهر.
*الباحث : dmmohamad2020@gmail.com / mohamedabdelhamed.1422@azhar.edu.eg

https://doi.org/ 10.21608/jesaun.2025.360817.1427
This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

الكلمات الرئيسية
برمجيات الحاسوب- التصميم الداخلي– التصميم الداخلي البيئي-التصميم البارامتري والخوارزميات - جودة السكن.

الملخص: تتناول هذه الدراسة التطور الذي شهدته برمجيات الحاسوب المتقدمة بمختلف اصداراتها واطوارها وتقنياتها والتصميم البارامتري والخوارزميات وتقنيات BIM وتأثيرها الإيجابي ومميزاتها والتحديات التي تتضمنها في تحسين جودة التصميم الداخلي وبالتالي جودة الحياة في المبني السكني . وتركز الدراسة على تكنولوجيا النمذجة ثلاثية الأبعاد وبرمجيات التصميم والرسم الحديثة، موضحةً دورها في تعزيز الدقة والتفاصيل في تصميم المساحات والفراغات الداخلية. كما تستعرض الدراسة فوائد استخدام تقنيات الواقع الافتراضي والجولات الافتراضية في تعزيز تفاعل المستخدم وتيسير استكشاف التصاميم قبل بدء التنفيذ، مما يسهم في تقليل الوقت والتكاليف الناتجة عن التعديلات خلال المراحل المبكرة من المشروع .وتخلص الدراسة إلى أن التطور في برمجيات الحاسوب يمثل تحولًا جوهريًا في مجال التصميم الداخلي، إذ يساهم في رفع كفاءة العمل وتحسين تجربة المستخدم والمصمم على حد سواء، مما ينعكس إيجابيًا على جودة المسكن ويُثري التجربة المعيشية للسكان. وتهدف الدراسة إلى تعزيز تبني الأدوات الرقمية المتطورة في العملية التصميمية، مع التأكيد على ضرورة سد الفجوة بين الأساليب التقليدية والأساليب المعتمدة على البرمجيات الحديثة. كما تسلط الضوء على أهمية التكامل بين المعماريين وكل المتخصصين المرتبطين بالمجال المعماري لاكتساب الخبرات المطلوبة للوصول الي التصميم الجيد ، مشددة على ضرورة إشراك المعماريين في عمليات تطوير البرمجيات لضمان تحقيق انسجام فعال بين الجوانب التصميمية والتقنية.

١ ـ مقدمة

يتناول هذا البحث دور البرمجة الحاسوبية في التصميم الداخلي لتحقيق جودة السكن حيث أصبحت البرمجة الحاسوبية أداة أساسية في التصميم الداخلي، حيث تسهم في تحقيق جودة السكن من خلال تحسين كفاءة التصميم، ودقة التفاصيل، وإمكانية التخصيص وفقًا لاحتياجات المستخدمين. تعتمد هذه البرمجة على تقنيات متقدمة مثل النمذجة المعلوماتية للبناء (BIM)، والتصميم المعتمد على الخوارزميات (Parametric Design)، والمحاكاة الرقمية، مما يتيح للمصممين استكشاف حلول معمارية مبتكرة وتحسين بيئة السكن من حيث الجمال والابداع والوظيفية والاستدامة والاقتصاد تساعد البرامج الحاسوبية في تحليل الفراغات الداخلية وتوزيع الأثاث والإضاءة والتهوية الطبيعية بناءً على معايير علمية، مما يسهم في توفير بيئة سكنية مريحة وملائمة. بالإضافة إلى ذلك، تمكن أدوات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي من تحسين تجربة المستخدم من خلال تقديم تصاميم مخصصة تلبي احتياجات الأفراد وتراعي التوجهات الحديثة في التصميم حيث شهد مجال التصميم المعماري تحولاً كبيراً في ظل التطورات التكنولوجية، حيث أصبحت برامج الحاسوب المتقدمة تُستخدم على نطاق واسع في تصميم الفراغات والمساحات الداخلية. ساهمت هذه التقنيات في تحسين دقة القياسات وإظهار التفاصيل الدقيقة وإتاحة الفرص لتجربة حلول تصميمية متعددة في وقت أقل مقارنة بالأساليب التقليدية [١]. وقد أكدت دراسات أجنبية عدة أهمية هذه التقنيات في تحقيق تكامل بين الجمال والوظيفة في التصميم الداخلي، ويهدف هذا البحث إلى تقديم تحليل شامل لأثر استخدام هذه البرامج . وقد اثبتت الدراسات الإحصائية والتجارب الواقعية إن دمج البرمجة الحاسوبية في التصميم الداخلي لا يقتصر على تحسين المظهر الجمالي، بل يمتد إلى تحسين الأداء الوظيفي للمساحات والفراغات السكنية، مما يعزز من جودة الحياة للسكان والمستخدمين ويسهم في إيجاد بيئات داخلية أكثر كفاءة واستدامة.

١-١ مشكلة البحث- :

على الرغم من التطور الملحوظ في تقنيات البرمجيات الحاسوبية والنمذجة ثلاثية الأبعاد والتصميم البارامتري وتقنيات BIM والتطبيقات الافتراضية، لا يزال الدمج الفعّال لهذه الأدوات مع الأساليب التقليدية في التصميم الداخلي يشكل تحديًا جوهريًا. تكمن المشكلة في التباين بين الإمكانات الرقمية الحديثة والنهج التقليدي المبني على الإبداع العملي والخبرة المكتسبة، كما أن الدراسات السابقة لم تقدم تحليلاً منهجياً يشمل كافة أبعاد التصميم الداخلي من ناحية التكنولوجيا، مما يستدعي إعادة النظر في هذه الأساليب من خلال منهجية بحثية شاملة [٢] تستطيع الإجابة على تساؤلات تتمثل في:

يمكن لتكامل التقنيات الرقمية المتقدمة مع المناهج التقليدية في التصميم الداخلي أن يحدث نقلة نوعية في تحسين جودة التصميم وجودة الحياة في المباني؟ وما الآليات الابتكارية التي يمكن اعتمادها لتذليل العقبات الحالية، بما في ذلك تعزيز التفاعل بين المعماريين والمختصين في تطوير البرمجيات لتحقيق انسجام مثالي بين الجوانب التقنية والإبداعية

٢- ١ أهمية البحث : -

يشكل البحث خطوة ثورية في معالجة الفجوة القائمة بين التطورات التكنولوجية المتسارعة في مجال التصميم الداخلي والأساليب التقليدية الراسخة. فهو يُسلّط الضوء على الحاجة الملحة لتطوير إطار عمل متكامل يمكنه توظيف إمكانيات تقنيات البرمجة المتقدمة بمختلف اصداراتها واطوارها وكذلك النمذجة ثلاثية الأبعاد، والتصميم البارامتري، وBIM، والواقع الافتراضي بشكل يخلق ويعزز توازناً متناغماً بين الجوانب التقنية والإبداعية. كما يُعد البحث منصة للتفكير التجديدي الذي يسعى إلى تحسين جودة التصاميم المعمارية والداخلية، مما ينعكس إيجابياً على جودة الحياة في المباني بصفه عامه والمساكن بصفه خاصه ويسهم في تقديم نموذج تصميمي عصري يُراعي التطور التقني دون التفريط في الطابع الإنساني والوظيفي وتبرز اهمية البحث في النقاط التالية على وجه التحديد

تقديم إطار نظري وتطبيقي:- يشمل تحليل مفصل لبرامج الحاسوب وتأثيرها على التصميم الداخلي مع دمج دراسات ومراجع أجنبية.

تحسين الأداء والإنتاجية:- دراسة تأثير التكنولوجيا على تقليل الأخطاء وتحسين دقة التصميم.

دعم اتخاذ القرارات: توفير توصيات مبنية على بيانات وإحصائيات دقيقة لصانعي القرار في القطاع المعماري.

إثراء المكتبة البحثية: تقديم مراجع أجنبية ومحلية تدعم التطور المستمر في مجال التصميم الداخلي [٣][١٩].

٣- ١ اهداف البحث:

يهدف البحث الي تكوين رؤية شامله لتحسين وتعزيز التكامل الفعال بين التطور التقني والبرامجي الحاسوبي وبين العملية التصميمية للمصممين لمحاولة ابداع بيئات وفراغات معمارية ذات كفاءه وجوده وتناغم مع احتياجات المستخدمين وتتركز اهداف البحث في التالي:-

ا - استقصاء التأثير التقني: تحليل دقيق لتأثير البرمجيات والتقنيات الرقمية الحديثة على دقة وتفصيل التصميم الداخلي.

ب- تطوير نموذج تكاملي: إنشاء إطار عمل مبتكر يجمع بين الطرق التقليدية وتقنيات التصميم الرقمي المتقدمة لتحقيق تصميمات داخلية أكثر كفاءة وفعالية.

ج- تعزيز التفاعل التخصصي: وضع آليات مبتكرة لتعزيز التعاون بين المعماريين والمختصين في تطوير البرمجيات، بهدف ضمان انسجام مثالي بين الرؤى التصميمية والابتكارات التقنية.

د- تحسين الأداء العملي: تقديم حلول استراتيجية لتذليل العقبات التي تحول دون استغلال كامل لإمكانات التكنولوجيا الرقمية في تحسين جودة التصميم وتخفيف التكاليف والوقت في المراحل المبكرة للمشروعات.

٤ ـ ١ فرضية البحث:

يفترض البحث أن استخدام برامج الحاسوب المتقدمة في التصميم المعماري الداخلي يؤدي إلى تحسين دقة القياسات وتقليل الأخطاء وزيادة الكفاءة الإنتاجية مقارنة بالأساليب التقليدية، كما يسهم في تحقيق توازن أفضل بين الجانب الجمالي والوظيفي [٥] وان التكامل الديناميكي والفعّال بين التقنيات الرقمية الحديثة والأساليب التصميمية التقليدية يُشكّل مفتاحاً لتحقيق نقلة نوعية في جودة التصميم المعماري الداخلي، مما يؤدي إلى تحسين تجربة المستخدمين ورفع جودة الحياة في المباني بصفه عامه والمساكن بصفه خاصه. كما يُفترض أن تطوير آليات تواصل وتفاعل متقدمة بين مختلف التخصصات (المعماريين، والمطورين التقنيين، والمبرمجين والمهندسين) سيمكن من استغلال الإمكانات الكاملة لهذه التقنيات، وبالتالي إحداث تحول جذري في عملية التصميم المعماري والمحاكاة والتنفيذ .

٥ ـ ١ المنهجية والأدوات البحثية :ـ

يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي في الدراسات المتعلقة بالبرمجة الحاسوبية والتكنولوجيا الرقمية المعمارية والتصميم البارامتري والتصميم الداخلي المستدام ويعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي عن طريق

المحور الأول: نظري ويشمل التعرف على برامج الحاسوب المتخصصة في التصميم وتطورها ودورها في التصميم الداخلي المحور الثاني : الدراسة التحليلية وتناول تأثير البرمجيات المتقدمة في جودة التصميم الداخلي للمسكن وتم استخدام استبيانات ومقابلات مع مجموعة من المصممين والمهندسين المعماريين الذين يعتمدون على برامج التصميم المتقدمة؛ كما تم تحليل دراسات حالة لمشاريع تصميم داخلي ناجحة مع مقارنة النتائج مع التصاميم التقليدية [١٠][١١].

الخطوات الإجرائية للبحث:ـ تنقسم الخطوات الاجرائية لتحقيق اهداف البحث إلى خمسة محاور كما يلي:

أولاً: برمجه الحاسوبية والتكنولوجيا الرقمية المعمارية والتصميم البارامتري

ثانياً: مقومات العمارة المتطورة والمستدامة.

ثالثاً: دور البرامج الحاسوبية والتكنولوجيا الرقمية والتصميم البارامتري في التصميم الداخلي والمعماري المستدام.

رابعاً: توظيف البرمجة الحاسوبية والتكنولوجيا الرقمية والتصميم البارامتري في إيجاد فراغات داخلية متطورة ومستدامة.

٢ـ مفاهيم ومصطلحات وتعريفات خاصه بنقطة البحث والدراسة :ـ

يتناول البحث مجموعه من المفاهيم المرتبطة بموضوع الدراسة كما يلي:ـ

- **مفهوم التصميم الداخلي وجودة الاستخدام [١] :** يشير التصميم الداخلي وجودة الاستخدام إلى مدى قدرة المساحات الداخلية على تلبية احتياجات المستخدمين من حيث الراحة، والوظيفية، وسهولة الوصول، والمرونة في التكيف مع المتغيرات. يركز هذا المفهوم على خلق بيئات مريحة تلبي احتياجات الأفراد مع مراعاة الاستخدام الأمثل للمساحات والخدمات داخل الفراغات المعمارية.
- **التصميم الداخلي البيئي:** التصميم الداخلي البيئي هو نهج يركز على استخدام مواد مستدامة، وكفاءة استهلاك الطاقة، وتحسين جودة الهواء الداخلي، بالإضافة إلى تعزيز التفاعل بين الإنسان والطبيعة داخل الفراغات الداخلية. يهدف هذا النوع من التصميم إلى تقليل التأثير البيئي وتحقيق الاستدامة من خلال ممارسات مثل الإضاءة الطبيعية، التهوية الجيدة، واستخدام مواد صديقة للبيئة .
- **جودة السكن [٢] :** جودة السكن تعني توافر مجموعة من العوامل التي تؤثر على راحة ورفاهية السكان، مثل التوزيع الداخلي الفعّال، جودة البناء، توفر الإضاءة الطبيعية، العزل الحراري والصوتي، والأمان. يرتبط هذا

المفهوم أيضًا بالمعايير الاجتماعية والاقتصادية والثقافية التي تحدد مدى ملاءمة المسكن لاحتياجات المستخدمين.

- **التصميم الداخلي البيئي [3] Ecological Interior Design :- التصميم** البيئي هو أحد أنواع التصميم الذي يركز بشكل أساسي على تحقيق التوازن والتكامل بين متطلبات التصميم المختلفة والاعتبارات البيئية عند معالجة المشكلات التصميمية. يتميز هذا النوع من التصميم بقدرته على التكيف والاندماج مع الأنظمة البيئية المحيطة، مما يحقق انسجامًا بين عناصره وبقية المكونات البيئية. ولا يقتصر التصميم البيئي على ضمان ملاءمة المنتج لبيئة استخدامه فحسب، بل يشمل أيضًا توافق جميع العناصر المكونة له، مع الأخذ في الاعتبار قدرتها على الاستجابة لمتطلبات العصر واحتياجاته المتجددة.
- **مفهوم جودة السكن [٣]** :يشير مفهوم جودة السكن إلى اعتماد تقنيات تسهم في تقليل تكاليف البناء والصيانة، مع تقليص فترة التنفيذ. كما يُعرّف بأنه مسكن عالي الجودة يتميز بالبساطة وخلوه من التعقيد المفرط، مع مراعاة توافقه مع احتياجات السكان وإمكانياتهم المالية .
- **التصميم الداخلي بمساعدة الحاسوب والتصميم البارامتري لتصميم والبرمجة الحاسوبية [٤] :** برامج التصميم المعتمد على الحاسوب (CAAD) هي أنظمة متقدمة تُستخدم من قبل المهندسين المعماريين وشركات الهندسة المعمارية لتوفير سجلات دقيقة وشاملة للمباني. ظهرت أولى هذه البرامج في الستينيات بهدف مساعدة المعماريين على توفير الوقت بدلاً من رسم المخططات يدويًا في البداية، كان التصميم بمساعدة الحاسوب (CAD) هو البرنامج الأساسي المستخدم لهذا الغرض. ومع ذلك، ونظرًا لعدم قدرة CAD على تلبية جميع احتياجات المعماريين لإكمال مشاريعهم، تم تطوير برامج CAAD كإضافة متخصصة توفر أدوات ووظائف أكثر شمولاً تلبي متطلبات التصميم المعماري الحديثة.
- **التكنولوجية المعمارية الرقمية و التصميم البارامتري:** التصميم البارامتري هو مجموعة من القيم المقصودة او غير المقصودة والتي تصف الوظيفة المطلوبة من هذا التصميم وتحدد شكله وإنشاءه في حدود معينة وبالتالي تضع مجموعة من المحددات لتوصيف الأبعاد الإنشائية والمواصفات الفيزيائية للخامات المستخدمة في بناء التصميم وذلك عن طريق تحديد كافة العناصر كالبارامترات على برامج الكمبيوتر مما يؤدي الي مرونة في التعديل على التصميم بمجرد تغيير تلك البارومترات.(١٨) يعتبر التصميم البارامتري هو طريقة تعتمد على التفكير المرتبط بالعلاقات المتعددة وقد تم تصميم هذه العلاقات باستخدام أدوات النمذجة البارامترية، في النمذجة البارامترية يتم السماح للمستخدمين بإنشاء خوارزمية النموذج، تتضمن الخوارزمية القواعد التي تحدث عندما ترتبط المعلمات ببعضها البعض. والتي يمكن تسميتها قيدًا أو حدًا يحدد حدود أي حدث، على الرغم من أن النمذجة البارامترية جديدة كمفهوم، فإن تاريخ التفكير والتصميم البارامتري يعود إلى وقت قديم. ومع تطور التكنولوجيا واتساع أفق الفكر، تظهر التصميمات الحديثة ذات الأشكال الهندسية الغير تقليدية في مجال التصميم الداخلي والهندسة المعمارية وصناعة البناء، حيث أصبح تشكيل فراغات معمارية داخلية أكثر تعقيدًا باستخدام طرق النمذجة التقليدية أمرًا صعبًا ويستغرق وقتاً طويلاً.

٣ - انواع واصدارات البرامج المعمارية في التصميم المعماري والداخلي :-

تُستخدم أنظمة CAD وCAAD في تصميم الهياكل الهندسية باستخدام قواعد بيانات متخصصة تحتوي على خصائص هندسية وعناصر تصميمية أخرى. وتتميز هذه الأنظمة بواجهات رسومية تفاعلية تُسهّل التعامل مع التمثيلات البصرية بدلاً من التركيز فقط على قواعد البيانات النصية. كما أنها تهتم إلى حد كبير بتجميع التصاميم باستخدام مكونات قياسية وغير قياسية.

-الفرق الأساسي بين CAD وCAAD يكمن في المعرفة المتخصصة المدمجة داخل أنظمة CAAD، والتي تشمل الكائنات المعمارية والتقنيات والبيانات ودعم العمليات التصميمية. يتميز نظام CAAD عن أنظمة CAD التقليدية في نقطتين رئيسيتين: يحتوي على قاعدة بيانات متكاملة للأجزاء المعمارية والمعرفة المتعلقة بالبناء.

يدعم بشكل واضح إنشاء الكائنات المعمارية. بصورة عامة، يشير مصطلح CAAD إلى استخدام أي تقنية حاسوبية في مجال التصميم إلى جانب البرمجيات المتخصصة في العمارة. فعلى سبيل المثال، تُستخدم برامج الرسوم المتحركة الحاسوبية مثل Maya و٣ D Studio Max في التصميم الداخلي المعماري، حيث يمكنها إنتاج صور واقعية ثلاثية الأبعاد ورسوم متحركة. وقد أصبحت تقنيات العرض الفوري أكثر شيوعا بفضل التطورات المتسارعة في برامج الرسومات الحديثة.

١ - ٣ اهم برامج الحاسوب في التصميم المعماري الداخلي :-

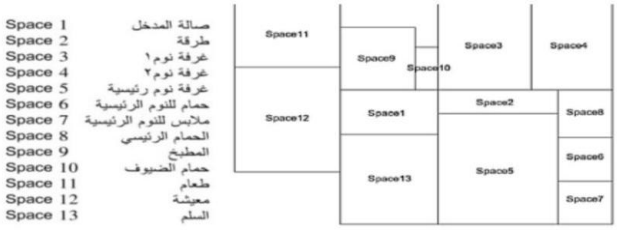
يعتبر التكامل بين الابداع والوظيفة من اهم الاهداف التي يسعي المطورون لبرامج الحاسوب لتحقيقها وتضمينها في اصداراتهم المتسارعة ويتمايز اي برنامج عن غيره بمدي تحقق هذه الخاصية ويُركز هذا الجزء من البحث على الانواع المختلفة من البرامج المستخدمة في التصميم المعماري والداخلي والتي تهدف الي تحقيق التكامل بين الجوانب الجمالية والوظيفية في التصميم باستخدام البرامج الرقمية، حيث تقدم اصدارات وادوات المحاكاة والتصميم رؤية شاملة للتوزيع المكاني والمواد المستخدمة [٩]

وتتنوع وتتعدد مستويات واصدارات برمجيات الحاسوب وتتطور مع الوقت ولكل مستوي ونوع وصدار مجموعه من الخصائص- والمميزات وفقا للتالي:

١- ١-٣ برنامج الأتوكاد AutoCAD : -

تم تطوير البرنامج لأول مرة في عام ١٩٨٢، وفي ٢٠١٠ أصبح متاحًا كتطبيق ويب، ما يجعله قابلًا للاستخدام عبر المتصفحات وأجهزة الحاسوب ، دون الحاجة إلى أجهزة قوية كما كان الحال في السابق ويمتاز هذا البرنامج بمجموعه من الخصائص كما في جدول (١) .

جدول (١) اهم خصائص البرنامج مدعوما بالصور(المصد- الباحث) :

هذا البرنامج هو أداة متقدمة للرسم والتصميم تعتمد على الحاسوب، حيث يتيح استخدام العناصر والأسطح والكائنات الشبكية لتسهيل عمليات التصميم. كما يوفر إمكانيات لأتمتة المهام، ومقارنة الرسومات، وإنشاء الجداول، وغيرها من الوظائف الضرورية، ويدعم التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد طُور البرنامج وسُوّق بواسطة شركة أوت وديسك، ويُعد اليوم أحد أكثر برامج التصميم انتشارًا في العالم. ولا يقتصر استخدامه على الهندسة المعمارية وتصميم المباني فقط، بل يُستفاد منه أيضًا في العديد من المجالات الأخرى، مثل الصناعات الهندسية والمهن المتنوعة.	 شكل (١-١) نافذة برنامج اوتوكاد اثناء مراحل انتاج الرسومات المعمارية.  شكل(١-٢)يوضح المنتج النهائي ل Bpscape باستخدام اوتوكاد

٣-١-٢ آرش كاد Arch cad : -

هذا البرنامج هو أداة متقدمة للرسم والتصميم تعتمد على الحاسوب، حيث يتيح استخدام العناصر والأسطح والكائنات الشبكية لتسهيل عمليات التصميم ويوفر إمكانيات لأتمتة المهام ومقارنة الرسومات، وإنشاء الجداول وغيرها من الوظائف الضرورية، ويدعم التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد ويمتاز هذا البرنامج بمجموعه من الخصائص كما في جدول (٢)

جدول (٢) اهم خصائص برنامج ارش كاد Arch cad مدعوما بالصور(المصد- الباحث) :

يعتبر آرش كاد من اهم البرامج التي لها التأثير الكبير في مجال التصميمات والرسومات المعمارية، حظي هذا البرنامج بشهرة واسعة بين المعماريين، نظرًا لقدرته على تمكين المستخدم من إنشاء نماذج افتراضية للمباني باستخدام عناصر إنشائية مثل الجدران، والأعمدة، والأسطح، والأبواب، والأثاث. كما يوفر أدوات مرنة لتعديل هذه العناصر بسهولة يتميز البرنامج أيضًا بإمكانياته على رسم التفاصيل بشكل فوري من المشروع، مع دعم تصدير الملفات بصيغ متعددة لتسهيل التبادل والإرسال.	 شكل (2) يوضح تصميم داخلي باستخدام برنامج" ArchiCAD " المصدر: https://www.softwareadvice.com/construction/archicad-profile /

٣-١-٣ 3D MAX :-

هو برنامَج تصميم ثلاثي الأبعاد (Modeling) وتحريك وإخراج للكائنات الثلاثية الأبعاد ويمتاز هذا البرنامج بمجموعه من الخصائص كما في الجدول (٣) :-

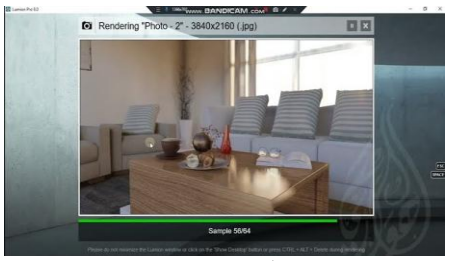
جدول (٣) اهم خصائص البرنامج مدعوما بالصور(المصد- الباحث):

يشتهر البرنامَج في مجال العمارة بإنشاء مظهر جميل ونهائي لأي مشروع بناء. حيث يمكن مستخدميه من تصوير تصاميم معمارية عالية الجودة، من المحيط الخارجي للعناصر وحتى أدق التفاصيل، كل ذلك عن طريق أدوات تساعد على إظهار نتائج عالية الجودة..	 شكل (5) يوضح تصميم داخلي باستخدام برنامج "3ds max" المصدر: https://www.rehla.academy/post/top-architectural-design-software

٣-١-٤ Lumion

يعد هذا البرنامج من أبرز برامج الرندر والتصميم الثلاثي الأبعاد ويمتاز هذا البرنامج بمجموعه من الخصائص كما في الجدول (٤) :-

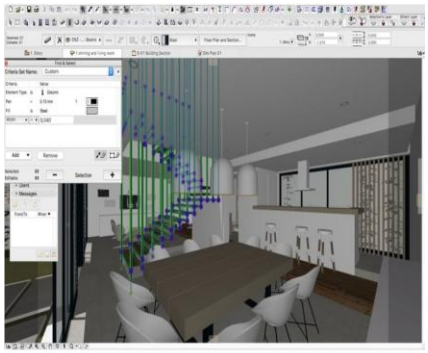
جدول (٤) اهم خصائص البرنامج مدعوما بالصور (المصد- الباحث):

البرنامج متاح على نظام ويندوز. يتميز بسهولة الاستخدام ونتائجه القوية للغاية، حيث يوفر مجموعة واسعة من المؤثرات والإمكانيات للعمل عليها مثل تأثيرات الطقس والألوان، بالإضافة إلى التحكم في توقيت الإضاءة لإضفاء طابع واقعي على المشروع. يُتيح أيضًا إمكانية تصوير بانوراما ٣٦٠ درجة وتوفير التصوير المتحرك (الفيديو)، مما يجعل عملية الرندر تجربة متميزة ومؤثرة.	 شكل (4) تصميم داخلي باستخدام lumion

٣-١-٥ Vray :

يستخدم هذا البرنامج بصورة رئيسيه لإضافة بعض المؤثرات التي تحول التصميم من هياكل وعناصر مجرده حاله مشابهه لما يراد تنفيذه في الطبيعة ويمتاز البرنامج بمجموعه من الخصائص كما في الجدول (٥):-

جدول (٥) اهم خصائص البرنامج مدعوما بالصور(المصد- الباحث):

فعندما يتم رسم وإنشاء الموديل والنموذج ثلاثي الأبعاد، ينتقل المصمم إلى مرحلة تقديم النموذج، والتي تُعتبر أيضًا خطوة حيوية في عملية التصميم الداخلي. يتولى البرنامج المستخدم في هذه المرحلة دورًا مهمًا في إضافة مؤثرات خاصة إلى التصميم، مثل الإضاءة العامة وتأثيرات أخرى. هذه المؤثرات قادرة على جعل التصميم الداخلي يتألق بإشراق وجاذبية. تُضيف مواد Vray المتنوعة تأثيرات متعددة أيضًا، مما يمنح المصممين إمكانية اختيار المادة المناسبة على التأثير الذي يرغبون في تحقيقه. يُعد حيث يساهم في إضفاء حيوية وديناميكية على التصميم من خلال إضافة تأثيرات خاصة. يمكن للبرنامج أن يُبرز التصميم بشكل فريد وجذاب، مما يمنح العملاء تجربة مميزة. كما يعزز الشعور بالانتماء إلى الفراغ ليصبح عنصرًا أساسيًا في التصميم الداخلي. وهذا يساعد في خلق بيئة تلبي تطلعات العملاء وتدفعهم للالشعور بالراحة في منزلهم. هناك العديد من البرامج المستخدمة في التصميم الداخلي، وتختلف من حيث الوظائف والمميزات وفقًا لطبيعة المشروع والمرحلة التصميمية.	 شكل (2) يوضح تصميم داخلي باستخدام برنامج" ArchiCAD " المصدر: https://www.softwareadvice.com/construction/archicad-profile/

٣-١-٦ AII PLAN :

تم تطوير هذا البرنامج من قِبل الشركة الألمانية Allplan GmbH منذ عام ١٩٨٤. ويمتاز هذا البرنامج بمجموعه من الخصائص كما في الجدول(٦) :-

جدول (٦) يوضح اهم خصائص البرنامج مدعوما بالصور(الباحث) :

ويتميز بدعمه للتصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد، على غرار برنامج ريفيت، كما يُعد أحد برامج BIM (نمذجة معلومات البناء).من أبرز مميزاته دعم العمل الجماعي، حيث يتيح لأعضاء الفريق التعاون على نفس المشروع بشكل متزامن. كما يوفر إمكانية رسم المباني وتصدير الملفات والمعلومات بصيغ متعددة مثل DXF وDWG، إلى جانب طباعة النتائج بصيغة PDF. يُتيح البرنامج أيضًا، كما هو الحال مع ريفيت، حساب الكميات واستكمال البيانات بسهولة. ويُستخدم بشكل واسع في التصميم الداخلي، ويحظى بسمعة طيبة وانتشار في سوق العمل..	 شكل (4) يوضح شكل نافذة برنامج "All Plan" المصدر: https://www.rehla.academy/post/top-architectural-design-software

٣-١-٧ الريفيت Revit :-

تم تطوير هذا البرنامج في عام ١٩٩٧ من قِبل شركة Charles River، ثم استحوذت عليه شركة Autodesk في عام ٢٠٠٠.ويمتاز البرنامج بمجموعه من الخصائص كما في الجدول(٧) :-

جدول (٧) يوضح اهم خصائص البرنامج مدعوما بالصور(المصد- الباحث):

يوفر البرنامج لمستخدميه مستوى عالٍ من الكفاءة والدقة في جميع مراحل المشروع، بدءًا من الرسم الابتدائي والتحليل البصري، وصولًا إلى التصنيع والإنشاء. ويمكّن المستخدم من التصميم والتشكيل لمكونات ثلاثية الأبعاد، بالإضافة إلى إضافة التعليقات على الأقسام واللوحات. كما يتيح الوصول إلى معلومات المبنى المخزنة في قاعدة البيانات بسهولة. يُعد البرنامج أيضًا أداة قوية لنمذجة المباني الرباعية الأبعاد (D٤)، حيث يمكّن من تتبع مراحل المشروع بدءًا من الفكرة والتصميم، مرورً بالبناء ووصولًا إلى الصيانة وحتى الهدم عند الحاجة. ومن الجدير بالذكر أن ريفيت المعماري يُعتبر من اهم برامج نمذجة معلومات البناء(BIM).	 شكل (3) يوضح تصميم داخلي باستخدام برنامج "Revit" المصدر: https://www.youtube.com/watch?v=6AJR1kotyYk

٣-٢ _تطور برمجيات الحاسوب واهم نقاط القوة والتحديات ونطاق العمل وطرق الاستخدام لكل برنامج من برامج الحاسوب المستخدمة في التصميم المعماري الداخلي [١١] :-

شهدت البرمجة الحاسوبية في العقدين الاخيرين وبصوره متسارعة تطور برامج التصميم باستخدام الحاسوب ويتناول هذا الجزء تطور البرامج من النماذج الثنائية الأبعاد إلى تقنيات النمذجة ثلاثية الأبعاد، حيث ساهمت هذه التطورات في تحسين دقة التصميم وتمكين المحاكاة الواقعية للمساحات الداخلية (Smith, ٢٠١٩[١٩]; الراشد، ٢٠١٧[٧]). حيث تمكن

لمعماريين والمصممون الداخليون من استخدام برامج متقدمة لمساعدتهم في مراحل تصميماتهم بالدقة والجودة المطلوبة وتوفر أدوات متطورة لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد، وإعداد رسومات تفصيلية، وتحليل الإضاءة والمواد. فيما يلي قائمة بأهم البرامج المستخدمة في التصميم المعماري الداخلي، وكل برنامج من البرامج له خصائصه ونقاط القوة والتحديات الخاصة ونتناولها مع شرح مفصل في هذا المحور كما يلي:

٣-٢-١ Autodesk 3ds Max

ويتميز بالخصائص التالية [١١] :-

- كيفية استخدام البرنامج في التصميم . : يستخدم لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد معقدة وإخراج مرئي
- القدرات التي يوفرها البرنامج : تصميم ثلاثي الأبعاد، إخراج مرئي واقعي، دعم المقابس الإضافية.
- أهم نقاط القوة التي يتمتع بها البرنامج : يحتوي على أدوات متقدمة للنمذجة والإضاءة والمواد.
- التحديات والمشاكل التي قد تواجه المستخدمين : يحتاج إلى جهاز قوي، منحنى تعلم حاد.
- المجالات التي يُستخدم فيها البرنامج : التصميم الداخلي، التصورات المعمارية، الألعاب.
- حجم المشاريع التي يمكن تنفيذها باستخدامه : مشاريع معمارية متوسطة إلى كبيرة.
- ما إذا كان البرنامج يتطلب ترخيصًا خاصًا أو مجانيً : يتطلب اشتراكًا مدفوعًا
- تكلفة الحصول على البرنامج سواء بالشراء أو الاشتراك : اشتراك شهري أو سنوي مرتفع.

٣-٢-٢ Sketch:

ويتميز بالخصائص التالية:-

- كيفية استخدام البرنامج في التصميم : برنامج سهل الاستخدام لرسم النماذج ثلاثية الأبعاد بسرعة.
- القدرات التي يوفرها البرنامج : نمذجة سريعة، مكتبة مكونات جاهزة، تكامل مع برامج أخرى.
- أهم نقاط القوة التي يتمتع بها البرنامج : واجهة سهلة، تعلم سريع، مجتمع مستخدمين واسع.
- التحديات والمشاكل التي قد تواجه المستخدمين : إخراج مرئي محدود مقارنة بالبرامج الاحترافية.
- المجالات التي يُستخدم فيها البرنامج : تصميم داخلي سريع، نماذج مفاهيمية.
- حجم المشاريع التي يمكن تنفيذها باستخدامه : مشاريع صغيرة إلى متوسطة
- ما إذا كان البرنامج يتطلب ترخيصًا خاصًا أو مجانيًا : يوجد إصدار مجاني وإصدارات مدفوعة.
- تكلفة الحصول على البرنامج بالشراء أو الاشتراك. : مجاني أو باشتراك مدفوع للإصدارات المتقدمة.

٣-٢-٣ Autodesk Revit :-

ويتميز بالخصائص التالية :-

- كيفية استخدام البرنامج في التصميم الداخلي. : يستخدم في نمذجة معلومات البناء (BIM) مع دعم عناصر البناء الذكية.
- الوظائف والقدرات التي يوفرها البرنامج : إدارة المشاريع، توثيق المخططات، تحليل الطاقة.
- أهم نقاط القوة التي يتمتع بها البرنامج : تكامل قوي مع BIM، دقة عالية في التصميم.
- التحديات والمشاكل التي قد تواجه المستخدمين : يحتاج إلى تدريب، يتطلب جهازًا قويًا.
- المجالات التي يُستخدم فيها البرنامج : مشاريع معمارية متكاملة.
- حجم المشاريع التي يمكن تنفيذها باستخدامه : مشاريع متوسطة إلى كبيرة.
- ما إذا كان البرنامج يتطلب ترخيصًا خاصًا أو مجانيًا : يتطلب اشتراكًا مدفوعًا.
- تكلفة الحصول على البرنامج بالشراء أو الاشتراك : مجاني أو باشتراك مدفوع للإصدارات المتقدمة.

٣-٢-٤ Blender :

ويتميز بالخصائص التالية :-

- كيفية استخدام البرنامج في التصميم الداخلي. : برنامج مفتوح المصدر لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد وإخراج مرئي متقدم.
- الوظائف والقدرات التي يوفرها البرنامج : إخراج مرئي، نمذجة، أنيميشن.
- أهم نقاط القوة التي يتمتع بها البرنامج : مجاني، مرن، يدعم التقنيات الحديثة.
- التحديات والمشاكل التي قد تواجه المستخدمين :واجهة معقدة بعض الشيء للمبتدئين.
- المجالات التي يُستخدم فيها البرنامج : إخراج مرئي، تصميم داخلي، رسوم متحركة.
- حجم المشاريع التي يمكن تنفيذها باستخدامه : مشاريع صغيرة إلى كبيرة.
- ما إذا كان البرنامج يتطلب ترخيصًا خاصًا أو مجانيًا : مجاني ومفتوح المصدر.
- تكلفة الحصول على البرنامج سواء بالشراء أو الاشتراك : مجاني بالكامل.

٣-٢-٥ Lumion :-

ويتميز بالخصائص التالية :-

- كيفية استخدام البرنامج في التصميم الداخلي: برنامج سريع لإخراج المشاهد ثلاثية الأبعاد بواقعيه.
- الوظائف والقدرات التي يوفرها البرنامج : إخراج مرئي واقعي، مكتبة مواد وأجسام ضخمة.
- أهم نقاط القوة التي يتمتع بها البرنامج : سريع جدًا، نتائج احترافية.
- التحديات والمشاكل التي قد تواجه المستخدمين : مكلف، يحتاج إلى جهاز قوي جدًا.
- المجالات التي يُستخدم فيها البرنامج : إخراج مرئي معماري وتصميم داخلي.
- حجم المشاريع التي يمكن تنفيذها باستخدامه : مشاريع متوسطة إلى كبيرة.
- تكلفة الحصول على البرنامج سواء بالشراء أو الاشتراك : مرتفع.

4 - نواع وخصائص البرامج المستخدمة في التصميم:-

أن البرنامج الأفضل للمستخدمين يتوقف على متطلبات وأولوياته كل مستخدم ولا يشترط أن تكون الأولويات متشابه بين المصممين لذلك فإن :

الخيار الأفضل يعتمد على احتياجات المستخدم واهتماماته واولوياته وفقا للتالي:

- -إذا كنت تحتاج إلى رسم مخططات دقيقة، فـ AutoCAD هو الأفضل.
- اذا كنت تريد بيئة BIM متكاملة، فـ Revit أو ArchiCAD هما الخياران المثاليان.
- إذا كنت تريد نتائج تصيير احترافية، فـ ٣ds Max + V-Ray هما الخيار الأقوى.
- إذا كنت مبتدئًا في التصميم الداخلي، فـ Sketch Up قد يكون نقطة انطلاق جيدة.

4 - 1 - إمكانات وطرق استخدام برامج الحاسب المستخدمة والمساعدة في التصميم:

فيما يلي بيان الفروق الهامة بين البرامج التي يستخدمها المصمم في مراحل التصميم والتجهيز لمشروعه

يستخدم المعماريون برامج متقدمة لمساعدتهم في إبداع تصاميم دقيقة وعالية الجودة وتوفر أدوات متطورة لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد، وإعداد مخططات تفصيلية، وتحليل الإضاءة والمواد. وتعددت البرمجيات التي تتعامل مع المراحل المختلفة

للعملية التصميمية والافكار المختلفة للمعماريين وفقا لإبداعاتهم وطرق تناولهم للتصميم الجدل التالي يذكر البرامج التي تعالج الافكار المختلفة للمعماريين وتساعدهم في إنتاج افكارهم في صور متعددة .

فيما يلي قائمة بأهم البرامج المستخدمة في التصميم المعماري وشرح مفصل لكل منها كما في جدول (٨) :-

جدول (٨) اهم الفروق الجوهرية لبرامج الحاسوب المستخدمة في التصميم.(المصدر الباحث):

الاسم	شروط الاستخدام	نطاق العمل	نوع العمل	الإمكانيات	طريقة الاستخدام	التكلفة
Autodesk 3ds Max.	يتطلب اشتراكًا مدفوعًا.	مشاريع معمارية متوسطة إلى كبيرة.	التصميم الداخلي، التصورات المعمارية، الألعاب.	تصميم ثلاثي الأبعاد، إخراج مرئي واقعي، دعم المقابس الإضافية.	يستخدم لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد معقدة وإخراج مرئي احترافي.	اشتراك شهري أو سنوي مرتفع
SketchUp	يوجد إصدار مجاني وإصدارات مدفوعة.	مشاريع صغيرة إلى متوسطة.	تصميم داخلي سريع، نماذج مفاهيمية.	نموذجة سريعة، مكتبة مكونات جاهزة، تكامل مع برامج أخرى.	برنامج سهل الاستخدام لرسم النماذج ثلاثية الأبعاد بسرعة.	مجاني أو باشتراك مدفوع للإصدارات المتقدمة.
Autodesk Revit	يتطلب اشتراكًا مدفوعًا.	مشاريع معمارية متوسطة إلى كبيرة.	مشاريع معمارية متكاملة.	إدارة المشاريع، توثيق المخططات، تحليل الطاقة.	يستخدم في نمذجة معلومات البناء (BIM) مع دعم عناصر البناء الذكية.	مرتفع نسبيًا
Blender.	مجاني ومفتوح المصدر.	مشاريع صغيرة إلى كبيرة.	إخراج مرئي، تصميم داخلي، رسوم متحركة.	إخراج مرئي، نمذجة، أنيميشن.	برنامج مفتوح المصدر لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد وإخراج مرئي متقدم.	مجاني بالكامل
Lumion.	يتطلب ترخيصًا مدفوعًا.	مشاريع متوسطة إلى كبيرة.	إخراج مرئي معماري وتصميم داخلي.	برنامج سريع لإخراج	المشاهد ثلاثية الأبعاد بواقعية عالية.	مرتفع

٣-٣ نقاط القوة ومميزات وعيوب كل برنامج والتحديات الخاصة باستخدامه:-

استخدام الحاسوب ببرامجه المتقدمة في مراحل التصميم الداخلي والديكور يتيح العديد من المميزات التي تساهم في تحسين التصميم وتعزيز جودة النتائج. ونتناول في النقاط التالية المميزات الرئيسية للتصميم الداخلي باستخدام الحاسوب[١٦]'[١٨]:-

ا) تحليل ثلاثي الأبعاد : رؤية واقعية: يمكن لبرامج تصميم ثلاثي الأبعاد إعطاء نظرة واقعية لكيف ستظهر المساحة بعد التنفيذ، مما يساعد في فهم تأثير التصميم على المكان.

ب) توفير الوقت والتكاليف: تقليل التكاليف: يسمح للمصممين بتوفير الوقت والمال من خلال تحسين كفاءة العمل وتقليل الحاجة إلى النماذج الورقية والتعديلات المتكررة.

ج) استخدام الحواسيب في التصميم الداخلي تعزز الكفاءة والدقة ويجعل التصميم أكثر فاعلية وتفاعلية .

د) تحسين تجربة المستخدمين : تفاعل وتشارك: يتيح تصميم الديكور بمساعدة الحاسوب للعملاء التفاعل مع التصميمات وتقديم ملاحظاتهم، مما يعزز التفاعل مع عملية التصميم المعماري الداخلي.

هـ) تحقيق سهولة التعديل والتعديل الفوري: يُمكن تحرير وتعديل التصميمات بشكل سريع وفوري، مما يتيح للمصممين تجربة خيارات متعددة قبل اتخاذ القرارات النهائية. محاكاة الإضاءة وتحسين الإضاءة ويمكن محاكاة الإضاءة بدقه مما يساعد في تحديد الأماكن التي تحتاج إلى إضاءة إضافية وتحسين جو الفراغ

و) تكامل التقنيات الذكية: تكامل ذكي: يتيح للمصممين تكامل تقنيات ذكية مثل الأتمتة المنزلية وأنظمة الصوت والفيديو في التصميم الداخلي بشكل سلس ومرن ومستدام .

ز) محاكاة المواد والألوان: اختبار المواد: يسمح باختبار مظهر المواد والألوان بشكل افتراضي، مما يوفر للمصممين والعملاء فهمًا دقيقًا للنتيجة النهائية.

ح) إمكانيات العرض الواقع الافتراضي: تجربة الواقع الافتراضي: يوفر إمكانيات استخدام الواقع الافتراضي لتجربة تفاعلية أكثر دقة مع التصميمات.

ط) تحسين تواصل الفريق: تعزيز التفاعل: يعزز استخدام الحاسوب تواصل أفضل بين أفراد الفريق، مما يسهم في تحقيق تفاهم أفضل وتنسيق أفضل للجهود ويحقق اهداف التصميم باقل جهد ممكن.

ي) محاكاة الإضاءة: تحسين الإضاءة: يمكن محاكاة الإضاءة بشكل دقيق، مما يساعد في تحديد الأماكن التي تحتاج إلى إضاءة إضافية وتحسين جو الفراغ ونتناول كل برنامج من برامج الحاسب المميزات والعيوب ونقاط القوه والتحديات الخاصة به كما في جدول (٩):

جدول.(٩) مقارنة بين برامج التصميم المعماري الداخلي من حيث مميزات وعيوب كل برنامج (الباحث)

اسم البرنامج	العيوب	المميزات	ملاحظات
3ds Max	معقد، يحتاج إلى جهاز قوي، مكلف.	نماذج ثلاثية الأبعاد احترافية، دقة عالية، مناسب للرسوم المتحركة.	مناسب للمحترفين في التصوير الواقعي
SketchU	إمكانيات محدودة مقارنة ببرامج أخرى.	سهل الاستخدام، مكتبة واسعة، مجاني جزئيًا.	مثالي للمبتدئين والمحترفين على حد سواء.
AutoCAD	ليس الأفضل في التصيير الواقعي، يحتاج إلى تعلم.	دقيق، يدعم التصميم الثنائي والثلاثي الأبعاد.	شائع بين المهندسين المعماريين.
.Planner 5D	إمكانيات محدودة، يتطلب دفع لاستخدام بعض الميزات.	واجهة سهلة، مناسب للمبتدئين، مكتبة أثاث غنية.	متوفر على الجوال أيضاً
Home Design 3D	قدرات ثلاثية الأبعاد محدودة.	سهل الاستخدام، يعمل على الكمبيوتر والجوال.	مناسب للهواة والمشاريع البسيطة.
.Sweet Home 3D	إمكانيات التصيير ضعيفة، تصميم بسيط.	مجاني، يدعم اللغة العربية، سهل التعلم.	مناسب للمبتدئين والتصميم السريع
.Houzz	لا يدعم النمذجة ثلاثية الأبعاد.	يحتوي على مكتبة إلهام ضخمة، التواصل مع محترفي التصميم.	يستخدم للإلهام والتواصل أكثر من التصميم
Magicplan	لا يدعم التصميم ثلاثي الأبعاد المتقدم.	مفيد لتصور الأثاث قبل الشراء	إمكانيات التخصيص محدودة
IKEA Place	يقتصر على منتجات بعض المستخدمين فقط.	يستخدم الواقع المعزز لوضع أثاث إيكيا في المساحة	

٥- تقييم البرامج المساعدة للتصميم المعماري:

تم تقييم البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري، وذلك من خلال تحديد ما يقوم به البرنامج عن طريق الاختيار من مستويات التقييم المختلفة حسب تحقيقها لها، وهذا التقييم في صورة جدول مقسم لخانات أفقية تمثل البرامج؛ وأخري رأسية تمثل .نقاط التقييم، في التجارب العملية ونتائجها على جزأين ن(أ) و (ب). كما في جدول (10)

الجدول (10) تقييم مبسط لبعض البرمجيات المساعدة المستخدمة في العملية التصميمية[15]:-

(أ)

التقييم	إدخال البيانات									مدى سهولة البرنامج			تحقيق البرنامج الوظيفي					
	طريقة إدخال البيانات		مدة إدخال البيانات			إمكانية تعديل البيانات			عدد المحددات المطلوبة لإدخال البيانات				علاقات الفراغات			توجيه الفراغات		
البرنامج	رسم	كتابة	قصيرة (أقل من ٢٠ دقيقة)	متوسطة(من ٢٠ - ١ساعة)	كثيرة (أكثر من ساعة)	يمكن	إلى حد ما يمكن	لا يمكن	قليل (أقل من ١٠)	متوسط (من ١٠-٢٠)	كثير (أكثر من ٢٠)	سهل	إلى حد ما سهل	صعب	يحققها	يحققها إلى حد ما	لا يحققها	يحققها	يحققها إلى حد ما	لا يحققها
Yasmin		•		•		•				•		•			•			•		
P. B Space	•		•			•			•			•			•			•		
SEED-Layout	•	•	•			•			•				•		•			•		
MONEO		•	•			•				•		•				•				

(ب)

التقييم	تحقيق البرنامج الفراغي				الإظهار (طريقة عرض المسقط الأفقية الناتجة)						الاعتماد على برامج أخرى في الإظهار		إمكانية عرض النتائج مباشرة على العميل دون تنقيح		مدى جودة التصميم (بناء على رأي بعض المعماريين وأساتذة العمارة)		
	أبعاد ونسب الفراغات		مساحات الفراغات		طبيعة الحوائط	الفتحات المعمارية	أسماء الفراغات	تجاور ومحاذاة الفراغات									
البرنامج	مقبولة	غير مقبولة	مقبولة إلى حد ما	يحققها	لا يحققها	خط واحد	خطان غير سمك	توجد	لا توجد	توجد	لا توجد	جيد	متوسط	سيئ	يعتمد	لا يعتمد	تحتاج تنقيح	لا تحتاج لتنقيح	جيد	متناسبة	سيئ
Yasmin	•			•		•			•	•	•		•		•		•		•		
P. B Space			•		•		•		•	•	•	•			•		•			•	
SEED-Layout	•			•			•		•	•	•	•			•		•			•	
MONEO	•			•			•			•		•			•		•		خارج التصنيف		

٦- تصنيف البرامج المساعدة للتصميم المعماري:

تم تصنيف البرامج الحاسوبية المساعدة للمصممين في عملية التصميم المعماري إلى أربعة تصنيفات رئيسية، منها ما يعتمد على الاتجاهات المتبعة في التصميم بمساعدة الحاسب الآلي، بالإضافة إلى الفترة الزمنية التي تم برمجته فيها، وذلك في إطار بعض المعايير التصنيفية، وفيما يلي يوضح جدول رقم (١١) تصنيف هذه البرامج.

جدول(١١) التالي تصنيف لبعض البرامج المساعدة في التصميم المعماري وخصائصها(٦):

التصنيف	من حيث نوعية المشاريع			من حيث طبيعة النتائج			من حيث غرض البرنامج			من حيث عرض بدائل للمنتج			من حيث وصف الحالات التصميمية الناتجة		من حيث الفترة الزمنية		
البرنامج	كل أنواع المباني	أنواع محددة من المباني	نوع واحد من المباني	نتائج مشابهة بغرض إرشادي	ينتج تصميم كامل	ينتج مسقط تخطيطي	تعليمي	مهني	تعليمي ومهني	بدائل لا نهائية	عدد محدود من البدائل	بديل واحد فقط	بالرسومات	شرح نصي	١٩٩٠ - ١٩٩٩	٢٠٠٠ - ٢٠٠٩	٢٠١٠ حتى الآن
CADRE	•				•			•			•		•		•		
MONEO			•	•					•		•		•			•	
Yasmin	•					•			•			•	•		•		
P. B Space	•					•		•				•	•			•	
G.A.T.	•					•		•		•			•			•	
F.W.T			•		•			•		•			•				•
SEED-Layout		•				•		•			•		•		•		

٧ - التصميم الداخلي المتقدم وتاثير التكنولوجيا الرقمية المعمارية والتصميم البارامتري على تحقيق الوظيفة وجوده التصميم والاستخدام:

التكنولوجيا الرقمية المعمارية:- ترتبط التكنولوجيا الرقمية المعمارية (كوظيفة تصميمية) بتحليل وظائف المباني وأدائها وعملياتها التي تستند إلى معرفة وتطبيق العلوم والهندسة والتكنولوجيا الرقمية، يرتبط هذا أيضًا بالمتانة وخصائص العمر الافتراضي لأنظمة البناء والمواد والمكونات لتحقيق المتانة على المدى الطويل، كما ترتبط العمارة الرقمية التكنولوجية على انها مرتكز رئيسي وأساسي للتصميم الحديث للمباني القائمة وطرق التقييم اللازمة للتقييم المعماري باستخدام بارامترات تقييمية للمباني كما في شكل (٨) والذي يوضح استخدام توسع آفاق الأفكار التصميمية الرقمية. لتوسع آفاق الأفكار التصميمية المتنوعة الرقمية بشكل متزايد؛ يحتاج المعماريون إلى التعامل م العديد من المواد والأنظمة الهيكلية وأنظمة البناء والرموز المرتبطة بها .إن القدرة على دمج هذه في التصميمات، وتشكيل تدفقهم من خلال المباني ستؤدي إلى مستوى جديد من التطور في الهندسة المعمارية .يمكن تحقيق ذلك من خلال استخدام المواد وتطوير مفاهيم ووسائل جديدة للتنفيذ 20)) أما كنظام، يمكن للتكنولوجيا الرقمية المعمارية أن تؤثر بشكل حاسم على

التصميم فيما يتعلق بعمليات البناء طوال دورة حياة المبنى. هذا يضمن أن تظل المباني اقتصادية وفعالة: حيث يضمن أدخال النتائج المرغوبة التي تعتبر أساسية للمباني الجديدة وأيضًا تعديل التصميم للمباني القائمة، كما يحد من المخاوف البيئية التي تتطلب الحد من انبعاثات الكربون، وتدعم الاهتمام المتجدد في تغيير الغرض من المباني القديمة الحالية(١٩):

شكل (١١) توسع آفاق الأفكار التصميمية الرقمية

(Twentytwopreact:2024, retrieved from: https://www.twentytwo-groupe.org/253/project

حيث تطورت البرامج المرتبطة بالتكنولوجيا الرقمية المعمارية والتي تساعد بشكل خاص أعمال المصمم بشكل سريع ،سواء لغرض التصميم أو لغرض البحث، والاستمرار في التطور، وترتكز البرامج الخاصة بالتكنولوجيا الرقمية المعمارية على مبادئ هامة في بعض الجوانب وهي:- الكفاءة والاعتماد والمعالجة والتشغيل والكفاءة المرتبطة بمصدر استخدام الطاقة الكهربائية للكمبيوتر والذاكرة ووحدة المعالجة المركزية وفترة الدورة ونظام التخزين للمنتجات. يرتبط الاعتماد على البرامج بالموثوقية والأمان من غزو الفيروسات والشرعية وأيضًا السلامة المرتبطة بوجود آلية ميزات متصلة/غير متصلة بالإنترنت، يشمل النظام مستوى التحديث الدوري وأتمتة الصيانة. بينما يجب أن تكون العملية التعريفية على المستخدمين بأداء مألوف حتى لو تم استخدامها من قبل أشخاص عاديين وتوافر دليل مستخدم لتبسيط استخدامها

شكل (١٢) استخدام التصميم البارامتري في التصميم المعماري والداخلي

(Archcod:2024, retrieved from: https://www.archcod.com)

٨ ـ مقارنة بين التصميم الداخلي بالطريقة التقليدية والتصميم المتقدم بمساعدة البرامج والتكنولوجيا والحاسب[5] :-

بفضل التطور المستمر في مجالات العلوم والتكنولوجيا، يتم تحديث العديد من البرامج الاحترافية بشكل دوري، مما يساهم في تحسين الشبكات الحاسوبية ليس فقط عبر تعزيز الاتصالات بينها، ولكن أيضًا من خلال دفع التقدم التكنولوجي إلى الأمام. البرمجيات المدعومة بالحاسوب، خاصة في مجال التصميم الداخلي، توفر دعماً كبيراً ففي السابق، كان التصميم الداخلي يعتمد على الأدوات التقليدية مثل القلم والورقة وأدوات الرسم الاحترافية، مما يتطلب جهدًا ووقتًا كبيرين. ومع ذلك، بفضل المبرمجين في تبني تقنيات تقلل من الجهد، أصبح استخدام الحواسيب ذات الأداء العالي أمرًا أساسيًا في هذا المجال. البرامج المدعومة بالحاسوب توفر راحة كبيرة للمصممين، حيث تمكّنهم من تحويل أفكارهم إلى تصاميم بسهولة وفعالية. تسمح البرمجيات المدعومة بالحاسوب للمصممين بتصور أفكار التصميم الداخلي بشكل أكثر دقة، سواء باستخدام برامج ثنائية أو ثلاثية الأبعاد. وهذا يحسن جودة الرسومات ويعزز أيضًا سرعة إنجازها، مما يوفر الوقت للإبداع والابتكار. وبالتالي، يُعد دور البرمجيات المساعدة للحاسوب في عمليات التصميم أمرًا حيويًا. [٦]تتمتع البرمجيات الحديثة المدعومة بالحاسوب بعدد من المزايا، حيث يمكن الاستفادة منها بشكل أكبر عند استخدام وضع التصميم ثلاثي الأبعاد. أولاً، يمكن للمصمم مشاهدة التصاميم من زوايا متعددة، مما يسهل فهم مدى ملائمة المساحة. ثانيًا، يمكن تعديل التصميم مباشرة داخل البرنامج. ثالثًا، توفر البرمجيات إدارة مريحة تتيح إنشاء نماذج متعددة وعرضها بشكل غير محدود، مما يساهم في توفير الوقت وزيادة الكفاءة. وباعتبارها أداة أساسية، يفضل اكثر المصممين مبتدئين أو محترفين، استخدام برامج بالحاسوب، حيث تلبي البرامج بشكل فعّال احتياجاتهم في التصميم الداخلي .وقد أظهرت نتائج بعض الاحصاءات أن استخدام برامج التصميم الحاسوبي أدى إلى تقليل الأخطاء بنسبة تصل إلى ٤٠٪ وخفض الوقت المستغرق بنسبة تصل إلى ٥٠٪ مقارنة بالطرق التقليدية، وهو ما يتوافق مع النتائج التي توصلت إليها الدراسات الأجنبي (١٢) جدول (١٢):

جدول (١٢) مقارنه مبسطه بين طريقتي تناول التصميم الداخلي الطريقة التقليدية والطريقة المتقدمة باستخدام البرمجة والتصميم البارامتري (7):

المقارنة	الطريقة التقليدية	التصميم المتقدم بمساعدة البرامج والحاسب الآلي
طرق التعبير عن التصميم	الرسومات التقليدية والمجسمات	طرق متعددة تعتمد على الامكانات
اتخاذ القرارات التصميمية	قرارات محددة في رسومات محددة	قرارات مستمرة في أي وقت
المشاكل التصميمية	حل المشاكل التصميمية بالطرق التقليدية	استغلال امكانات الكمبيوتر في حل المشاكل التصميمية
العملية التصميمية	التوجه من اعلى الى أسفل تبدأ بالعموميات الي بالتفاصيل	مرن حسب الحاجه والمطلوب
المعلومات الاساسية	يتم اعداد كافة النظم والتفاصيل وحساب الكميات تقليديا	النظم والتفاصيل والكميات متاحة بطريقة اليكترونية دائمة التحديث
التحليل البيئي والانشائي	بطيئة وغير دقيقة	سريعة ودقيقة
عمل المرادفات	بطيئة	سريعة
تقييم المرادفات	تقييم شخصي	طرق قياس
الوقت	احتياج لوقت اقل في البداية ووقت أكثر مع تطور العمل	احتياج متساوي للوقت في البداية والنهاية
المقياس	يعتمد على مقياس الرسم	مرن يقبل التعديل وفقا للمقاسات
التجهيزات	الاقلام والاوراق ومساطر الرسم والطاولات ..... الخ	الكمبيوتر والبرامج والطابعات ومدخلات المعلومات ..... الخ

٩ - التأثير المتبادل بين الابعاد الاجتماعية والاقتصادية والبيئية والثقافية واستخدام التكنولوجيا المتطورة والبرمجة الحاسوبية فى التصميم الداخلى المتقدم بما يعزز من تحقيق جودة الاستخدام والسكن :

يؤدي تبني رؤيه محدده وشامله لتفعيل استخدام تطبيقات البرمجة واساليب التصميم المتقدم والتصميم البارمتري الي طوال دورة حياة المبنى، يقدم التصميم المستدام مزايا متعددة تتمثل في النقاط التالية:

- آثارًا بيئية إيجابية: من خلال الحفاظ على الطاقة، وتوفير المياه والموارد الأخرى، واستخدام المواد الطبيعية والمحلية القابلة لإعادة الاستخدام، وتقليل انبعاثات الملوثات، وإعادة تدوير نفايات دورة حياة المباني وزيادة متانة المبنى.
- آثارًا بيئية إيجابية: من خلال الحفاظ على الطاقة، وتوفير المياه والموارد الأخرى، واستخدام المواد الطبيعية والمحلية القابلة لإعادة الاستخدام، وتقليل انبعاثات الملوثات، وإعادة تدوير نفايات دورة حياة المباني وزيادة متانة المبنى.
- آثارًا اجتماعية إيجابية: ضمان صحة المستخدمين وراحتهم من خلال جودة الهواء الداخلي والراحة الصوتية، فضلاً عن إمكانية الوصول والأمن والحفاظ على التراث الثقافي.
- آثارًا اقتصادية إيجابية: كما يوفر التصميم المستدام أيضًا فوائد اقتصادية على المدى الطويل.
- مستوى الكفاءة والاستدامة: كما يتم تعزيز دور البناء المستدام من خلال أنظمة تقييم الاستدامة التي تسمح بتقدير مستوى الكفاءة والاستدامة التي يتم تحقيقها من خلال تحسين جودة وأداء المباني. تقوم هذه الأنظمة بتقييم الأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية للاستدامة وتزيد بشكل كبير من الاهتمام بالتقييم المستدام للمباني.

وعلى الرغم من أن أدوات تقييم الاستدامة ذات قيمة للتحقق مما إذا كان المبنى مستدامًا، إلا أنه يتم تطويرها في الغالب لتقييم البناء فقط بعد بنائه وليست مناسبة لمساعدة المهندسين المعماريين في تصميم المباني لأنها لا تقترب من استراتيجيات محددة لتوجيه الممارسين، وكذلك، فإن إمكانية تقليل الآثار السلبية للمبنى تكون أكبر في مرحلة التصميم، عندما يتم تحديد ما يقرب من ٨٠٪ من استهلاك المبني(١٩).

٩ - ١ دور التصميم الداخلي في تحسين جودة استخدام فراغات الأبنية السكنية من خلال تعزيز جودة الخدمات :-

يمكن ذكر أبرز النقاط التي توضح دور التصميم الداخلي في تحسين كفاءة الأبنية السكنية وذلك من خلال أبعاد الاستدامة الثلاثة، وهي كالآتي [٧]:

ا) من حيث البعد البيئي:

- تعزيز كفاءة استهلاك الطاقة من خلال استخدام أنظمة إضاءة موفرة للطاقة.
- تحسين كفاءة استهلاك المياه عبر استخدام صنابير وتركيبات موفرة.
- استخدام مواد خام صحية وتجنب المواد التي تنبعث منها مركبات ضارة.
- التكيف مع ظروف الموقع والمناخ والاستفادة من العوامل الطبيعية مثل الإضاءة والتهوية الطبيعية.
- تطبيق أساليب متنوعة لإعادة التدوير والاستخدام المستدام.
- استخدام تقنيات نظيفة تضمن بيئة صحية للمستخدمين.
- التحكم في مصادر التلوث وتقليل التأثيرات السلبية على الإنسان والبيئة الداخلية.

ب) من حيث البعد الاجتماعي:

- الاستفادة من الموارد المحلية واحترام هوية المجتمع، مع الحفاظ على القيم التراثية والطابع المحلي.
- نشر الوعي بأهمية التصميم الداخلي المستدام ودوره في الحفاظ على الطاقة والموارد الطبيعية.
- تلبية احتياجات المستخدمين النفسية والسلوكية والاجتماعية.
- توفير بيئة صحية وآمنة تدعم رفاهية المستخدمين.

- إشراك المستخدمين في عملية اتخاذ القرارات التصميمية.

ج) من حيث البعد الاقتصادي:

- التركيز على الاستفادة من المزايا الطبيعية في التصميم، مثل الإضاءة والتهوية الطبيعية، بهدف تقليل استهلاك الطاقة.
- استخدام المواد المحلية التي تتميز بالقدرة على التكيف مع الظروف المحيطة، والتي تتوافق مع مهارات العمال المحليين وتتميز بإمكانية التدوير وإعادة الاستخدام، مما يعزز استدامتها ويوفر استغلالاً أمثل لها.[8]
- تقليل التكاليف السنوية للصيانة والتشغيل.

٢-٩ العوامل المؤثرة على جودة البيئة الداخلية في المسكن: [٩]

بناءً على مفهوم علم البيئة للمباني، تُعتبر جودة البيئة الداخلية عاملاً حاسمًا في تقييم مدى فعالية توفير الراحة والإقامة للمستخدمين داخل الفراغات. يتم قياس هذه الجودة استنادًا إلى تأثيرات التفاعل العضوي والنفسي للأفراد مع عناصر التصميم المعماري. وتشمل أربعة عناصر رئيسية تشكل الأساس لجودة البيئة الداخلية المثالية، وهي:

ا] جودة الهواء الداخلي والتهوية. ب] الراحة الحرارية. ج] الراحة الصوتية. د] الراحة البصرية.

ونتناول فيما يلي تأثير هذه العناصر المختلفة على الجودة الداخلية للفراغات الداخلية للمسكن :

اولا : جودة الهواء الداخلي :**Indoor Air Quality** يشير مصطلح جودة الهواء الداخلي (IAQ) إلى جودة الهواء داخل وحول المبنى، ويشمل تأثيره على صحة وراحة مستخدمي المكان. يتم تحديد هذا المعيار استنادًا إلى نوعية الملوثات وكيفية التحكم في معدل انتشارها بهدف تقليل الآثار الصحية والنفسية الناتجة عنها على المدى القصير والطويل[10]يتم تحسين جودة الهواء الداخلي للمبنى يتم من خلال عدة إجراءات، منها:

- زيادة معدل التهوية.
- تقليل مصادر التلوث داخل المبنى وخارجه.
- ضرورة توافق معدل تدفق الهواء الداخل مع كمية الملوثات، والتي تختلف بناءً على حمولة المبنى، مثل الأجهزة المستخدمة فيه أو عدد السكان.
- يجب مراعاة أن التهوية الطبيعية قد تكون ضارة في المناطق ذات مستويات التلوث المرتفعة.[11]

ثانيا : الراحة الحرارية :**Thermal Comfort**يُعتبر معيار الراحة الحرارية من أبرز العوامل المؤثرة في جودة البيئة الداخلية (IEQ). تتأثر الراحة الحرارية بعدة عوامل، منها بيئية مثل درجة حرارة الهواء.

ا - الإشعاع الحراري. ب - الرطوبة النسبية للهواء. ج - سرعة الهواء.

كما تشمل عوامل أخرى تتعلق بشاغلي المبنى، مثل معدل التمثيل الغذائي والعزل الحراري عبر الملابس. يجب أخذ جميع هذه العوامل في الاعتبار أثناء مرحلة التصميم المعماري لضمان راحة المستخدمين.

ثالثا: الراحة الصوتية :**Acoustic Comfort** تشير الراحة الصوتية إلى حماية مستخدمي المبنى من الضوضاء وتوفير بيئة هادئة تدعم الغرض الذي أُنشئ من أجله المبنى. يُعتبر الضجيج من العوامل المؤثرة بشكل كبير في راحة السكان، ولذلك يجب عند تصميم المباني مراعاة تقليل الضوضاء ومقاومتها، بالإضافة إلى ضمان العزل الصوتي، حيث أن السكان لا يمكنهم التحكم فيه بشكل كامل.

رابعا: الراحة البصرية :**Visual Comfort** مفهوم الراحة البصرية يتعلق بتوفير ظروف الإضاءة والمنظر المحيط بالمبنى، وهو يعد عاملًا مؤثرًا بشكل كبير على أداء السكان وإنتاجيتهم. يجب أن يضمن التصميم الداخلي توفير الإضاءة الطبيعية والصناعية بشكل ملائم ويشمل دراسة النوافذ والمساحة الضوئية، وكميات الزجاج وتوزيعه، بالإضافة إلى دراسة شدة الضوء خلال النهار وتقديم تقنيات الإضاءة الاصطناعية المناسبة.

- تأثير البيئة على التصميم الداخلي [١٢] -:تؤثر البيئة على التصميم الداخلي بعدة طرق، حيث يمكن أن يكون لها تأثير مباشر على تصميم الفراغ، مثل كمية الضوء الطبيعي ونوعية المواد المستخدمة والتخطيط العام. كما يمكن أن تؤثر على كيفية استخدام المساحة، بما في ذلك

تفاعل الأشخاص معها والأثر النفسي الذي تتركه عليهم. يمكن أيضًا توظيف التصميم الداخلي كوسيلة للمساهمة في حماية البيئة من خلال استخدام مواد متجددة وتقنيات موفرة للطاقة.

للتصميم الداخلي البيئي فوائد عديدة يمكن وصفها كالآتي كما في شكل (13) :-

شكل (١٣) دمج التقنيات الخضراء واستخدامها كمفردات تصميم داخلي

(Archcod:2024, retrieved from: https://www.archcod.com)

<u>يحسن نوعية الحياة</u> -:هدف التصميم الداخلي البيئي إلى تحسين نوعية حياة الأشخاص الذين يسكنون ويستخدمون المساحات من خلال دمج التقنيات الخضراء مثل مصادر الطاقة المتجددة والمواد المستدامة. هذا يمكن أن يسهم في تقليل استهلاك الطاقة في المبنى وتقليل تأثيره البيئي. علاوة على ذلك، يسهم التصميم الداخلي البيئي في تعزيز الصحة العامة للفراغات عبر توفير الضوء الطبيعي، الهواء النقي، والوصول إلى الطبيعة.

- **<u>تعزي النمو الاقتصادي:</u>** - يمكن للتصميم البيئي أن يسهم في تحفيز النمو الاقتصادي في المجتمعات من خلال خلق فرص عمل في مجالات البناء والتصميم، وزيادة قيمة العقارات. كما يساعد في تقليل تكاليف المرافق والصيانة مع تعزيز كفاءة المبنى وزيادة العائد العام على الاستثمار.
- **<u>تحسين جودة الهواء:</u>** -يهدف التصميم البيئي إلى تحسين جودة الهواء داخل المساحات من خلال استخدام أنظمة التهوية الطبيعية وترشيح الهواء، مما يقلل من الحاجة إلى تكييف الهواء ويعزز صحة وراحة السكان. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للمواد الخضراء مثل العزل والدهانات ذات المركبات العضوية المتطايرة المنخفضة أن تسهم في تقليل انبعاث الملوثات في الهواء.
- **<u>التقليل من استهلاك الطاقة:</u>** -يمكن للتصميم البيئي أن يساهم في تقليل استهلاك الطاقة في المبنى من خلال استخدام مواد بناء مستدامة وتطبيق أنظمة كفاءة الطاقة مثل إضاءة LED والألواح الشمسية. هذا يسهم في خفض تكاليف التشغيل واستهلاك الطاقة الإجمالي في المساحة.
- **<u>التقليل من استهلاك المياه:</u>** -يمكن للتصميم البيئي أن يسهم في تقليل استهلاك المياه في المبنى من خلال تركيب أنظمة كفاءة المياه مثل المراحيض والحنفيات منخفضة التدفق، بالإضافة إلى استخدام أنظمة تجميع مياه الأمطار والري. هذا يساعد في تقليل كمية المياه المستهلكة في المساحة ويساهم في الحفاظ على الموارد.

- **التقليل من النفايات:** - يمكن للتصميم البيئي أن يساهم في تقليل كمية النفايات المتولدة في المبنى من خلال استخدام مواد بناء مستدامة وتطبيق أنظمة فعّالة. هذا يساهم في تقليل النفايات التي تنتهي في مكبات النفايات ويساعد في الحد من التأثير البيئي للمبنى.
- **التشجيع على التنمية المستدامة:** -يمكن للتصميم الداخلي البيئي أن يسهم في تعزيز التنمية المستدامة من خلال استخدام مواد وأنظمة بناء خضراء، مما يقلل من الأثر البيئي للمبنى. يساعد ذلك في بناء مجتمعات أكثر استدامة وقادرة على التكيف مع التحديات المستقبلية، مثل التغيرات المناخية.
- **تعزيز الصحة والسلامة:** -يمكن للتصميم الداخلي البيئي أن يعزز الصحة والسلامة في المبنى من خلال استخدام مواد وأنظمة بناء خضراء تساهم في تقليل مخاطر تلوث الهواء الداخلي والتعرض للمواد الضارة الأخرى.
- **يعزز جماليات البيئة:** -يمكن للتصميم البيئي أيضًا أن يساهم في تحسين جماليات البيئة من خلال استخدام مواد وأنظمة بناء مستدامة تخلق مساحات أكثر جاذبية. وهذا يسهم في تعزيز المظهر البصري للمبنى، مما يخلق جوًا ترحيبيًا وممتعًا.

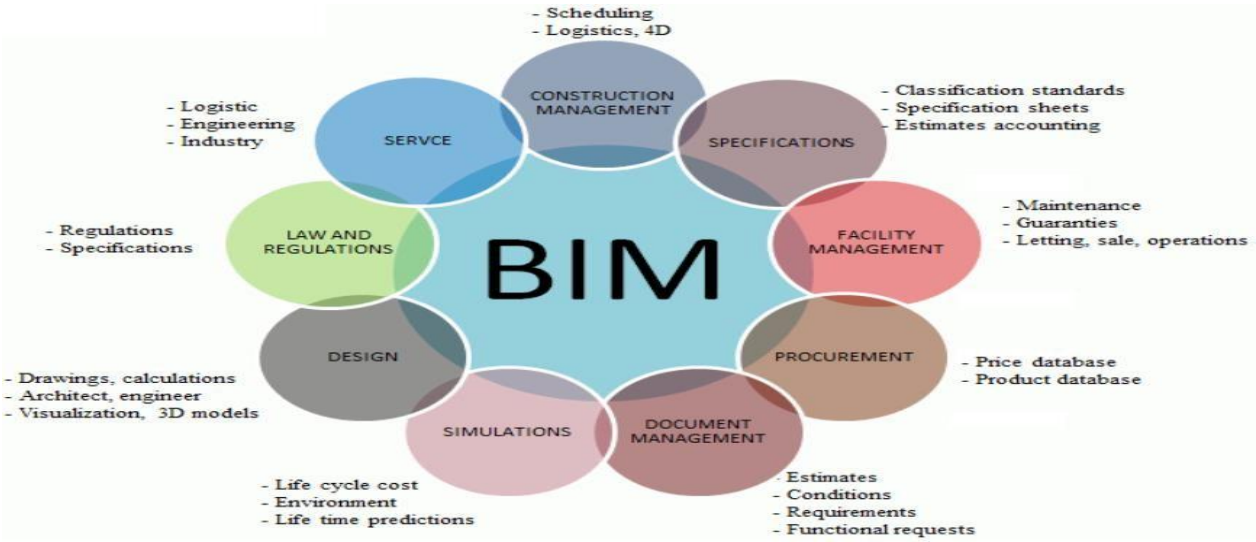
١٠ - استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) لإيجاد فراغات داخلية مستدامة باستخدام التكنولوجيا الرقمية والتصميم البارامتري في التصميم الداخلي:

يُعد نموذج BIM نموذجًا حاسوبيًا متكاملًا يحتوي على جميع بيانات المبنى من الخارج والداخل، بما يشمل موقعه الجغرافي، عناصره الإنشائية، التصميم الداخلي، ودورة حياته. ويُسهم الاستخدام السليم لهذا النموذج في تعزيز الاستدامة عبر أدوات مكانية وبيئية تُحسن حسابات الطاقة وتتحقق من المعلمات المادية (كالإضاءة، الوهج، الضوضاء، وأحمال الرياح) أثناء عملية التصميم. كما تضم أنظمة BIM أدوات إنشاء رقمية متعددة التخصصات تربط كافة المهن المشاركة في إعداد وثائق المشروع (المصممون، المهندسون المعماريون، والمهندسون المدنيون)، وتتيح التحقق من الهياكل الحاملة للمبنى عبر الشكل الهندسي المقترح ومحاكاة ظروف التحميل في التصميم الداخلي والخارجي. تشمل هذه الأنظمة أيضًا تطبيقات للتحقق من أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء عبر التصميم الرقمي والمحاكاة والتحليل المضاد للتصادم، مما يجعل BIM قاعدة بيانات معقدة تعتمد على نموذج ثلاثي الأبعاد لتنظيم عناصر البناء الفردية. وفي حالة استخدام مكتبة رقمية لعناصر ومواد البناء من الشركات المصنعة، مع ذكر معاييرها وتكاليفها، يمكن أن يشكل BIM أساسًا شاملاً لحسابات التكلفة وقوائم مواد البناء. ووفقًا لمصادر مختلفة (١٩)، يمثل BIM أنظمة التكنولوجيا المعقدة الحالية والمستقبلية للتصميم المعماري والتصميم الداخلي، إضافة إلى أسلوب العمل وليس النظام نفسه فقط. فمن خلال دورة حياة المبنى وإدارة المرافق (Facility Management – FM) يسهم BIM بشكل كبير في زيادة كفاءة واستدامة العملية بأكملها. كما يوفر إمكانية بناء نموذج معلومات افتراضي يستخدمه المصمم الداخلي، المصمم المعماري، المتخصصون في التشييد، المطورون العقاريين ، المستثمرون وأصحاب المصلحة، حيث يُضاف كل منهم معرفته الخاصة إلى نموذج المعلومات المشترك للوصول إلى "محاكاة ذكية للتصميم " تقلل بشكل ملحوظ من فقدان المعلومات خلال كافة خطوات العملية. ومن أجل جعل BIM مفيدًا لمديري المرافق أو مالكيها، يتعين على فرق المشروع تحديد المعلومات اللازمة لتضمينها في نماذج BIM منذ المراحل المبكرة من التصميم. ويمكن وصف نمذجة معلومات البناء بأنها عملية تشمل مجموعه النظم والاستراتيجيات الموضحة في الشكل (**14**) التالي:

ويمكن اختصار الدورة الحياتية للنمذجه وفقا للنقاط التالية -:

ا) وضع استراتيجية متكاملة لإنشاء المباني تشمل التصميم والبناء وإدارة دورة الحياة على أساس النمذجة والمحاكاة.

ب) إنشاء واستخدام نظام إدارة البيانات الرسومية. كما في شكل (١٤) :



شكل (١٤) دورة حياة نموذج معلومات البناء المصدر ٢٠١٨ Reizgevičius Marius et al.:

١١ -التصميم البارامتري المستدام كنتاج لتطبيق التكنولوجيا الرقمية في التصميم الداخلي-:

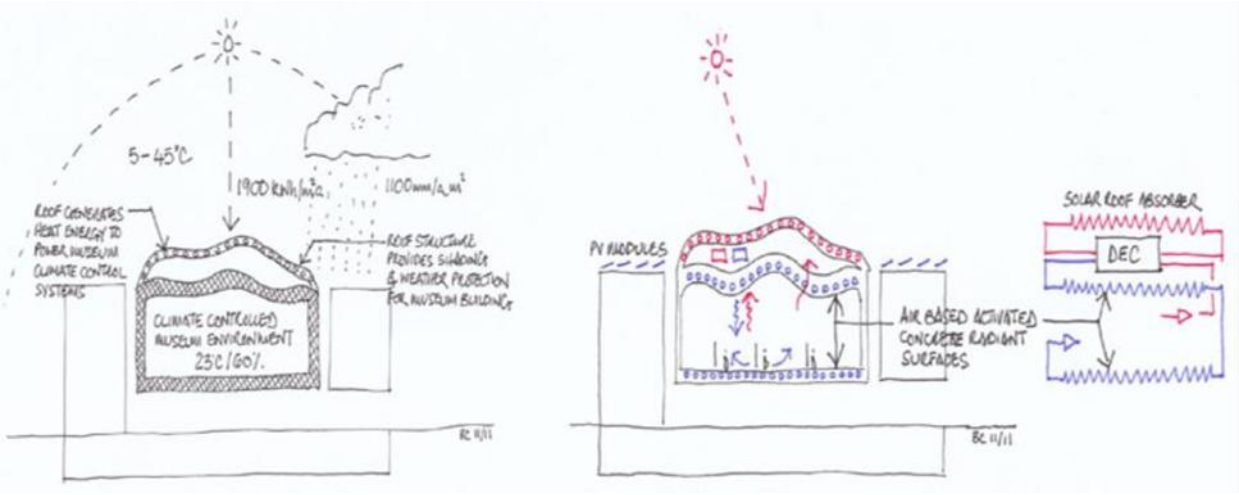
يُعتبر التصميم البارامتري المستدام نتاجًا مباشرًا لتكامل التكنولوجيا الرقمية في عمليات التصميم الداخلي والمعماري، إذ يُشكل استخدام الأدوات الرقمية المتقدمة حجر الزاوية لإنشاء مباني ذات أداء طاقي عالٍ وجودة بيئية داخلية متفوقة. في هذا السياق، يُلاحظ أن المبنى الذي يتم تصميمه وفق معايير الأداء المتقدم لا يمكن اعتباره مستدامًا إلا إذا تم تحقيق كفاءة الطاقة المثلى، وهي مفهوم يُساء فهمه في قطاع البناء، حيث يُخلَط بين تحسين أداء الطاقة وتقليل استهلاكها مباشرة.

تقوم التقنيات الرقمية الحديثة بتوفير أدوات تحليل ونمذجة متطورة تُمكّن الباحثين والمصممين من تقييم الأداء الحراري للمباني بناءً على العلاقة الجوهرية بين جودة البيئة الحرارية الداخلية والموارد الطاقية المستخدمة. فكفاءة الطاقة تُعرَّف على أنها نسبة المنفعة (الناتج) إلى الموارد (المدخلات)، حيث يُسهم تقليل الطلب على الطاقة مع ضمان تحقيق ظروف الراحة الداخلية المثلى في رفع مستوى كفاءة المبنى.

يعتمد التصميم المستدام المدعوم بالتكنولوجيا الرقمية على استشراف بيئة طبيعية متغيرة—من حيث درجات الحرارة والرطوبة وحركة الهواء والضوء والصوت—لتوفير بيئة داخلية مستقرة. ويمكن تحقيق ذلك عبر اتباع نهجين:

- النهج التقليدي للقرن العشرين: الذي يهدف إلى عزل البيئة الخارجية واستخدام الأنظمة الميكانيكية لتوفير الظروف المرغوبة.
- النهج الرقمي المتكامل: الذي يستخدم القنوات المدمجة في الهياكل الخرسانية لتنشيط الكتلة الحرارية المكشوفة قبل دخول الفراغ، مما يحقق تفاعلًا ديناميكيًا بين التصميم والبيئة الخارجية.

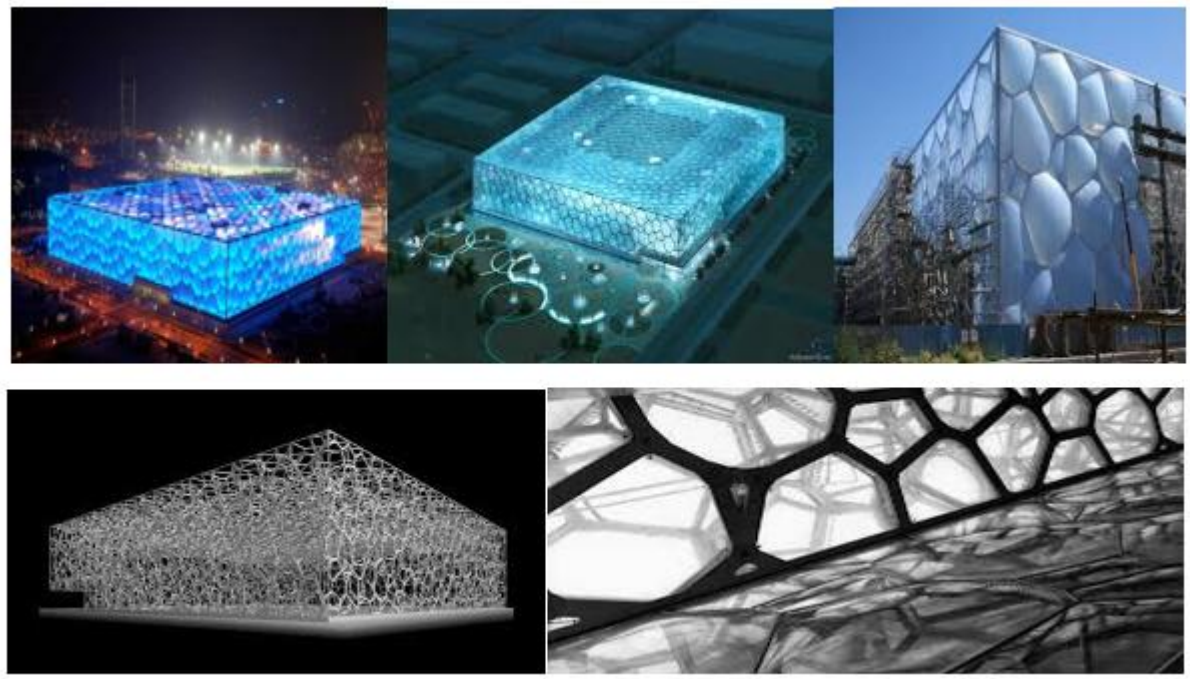
تشكل هذه الاستراتيجيات معًا إطارًا متكاملًا يُعيد تعريف مفاهيم الاستدامة في المباني من خلال استغلال إمكانيات التكنولوجيا الرقمية لتصميم مساحات داخلية قادرة على مواكبة التغيرات البيئية وضمان تحقيق الأداء الطاقي الأمثل كما في جدول (١٥) .



شكل (15)) مفهوم الطاقة لمتحف باتنا في الهند (المهندس المعماري: Coop Himmelb)
(Timesofindia:2024, retrieved from: https://timesofindia.indiatimes.com/)

- **نماذج لنموذج من نماذج استخدام الخوارزميات في التصميم المعماري :-**

مكعب الماء/ المركز الوطني للألعاب المائية في بكين: الخوارزمية التي طورها كريس بوس لتصميم المركز الوطني للألعاب المائية في بكين، "مكعب الماء" كما في شكل (٦) و (٧) والتي يوضحا استخدام الخوارزمية، حيث تتحرك العملية الحسابية خطوة إلى الأمام. في هذا التصميم، ينتج نظام مادة واحد بنية وفي نفس الوقت يحدد الفضاء. يتم ضمان الاستقرار الهيكلي مسبقا من خلال اختيار التصميم نفسه – تكوين مستقر لهندسة تعبئة الفقاعات التي تحدث بشكل تلقائي في العديد من الأنظمة الطبيعية.



شكل.(١٦) استخدام الخوارزميات في التصميم المعماري. المركز الوطني للألعاب المائية (بكين)
(/Timesofindia:2024, retrieved from: https://timesofindia.indiatimes.com)

١٢ - أهم الأهداف الواجب تحققها في التصميم الداخلي البيئي فعال-:

ان استخدام التصميم الداخلي البيئي يشترط توفر مجموعه من الأهداف حتي يمكن تقييمه بأنه تصميم بيئي ناجح كما يلي :
يهدف التصميم الداخلي البيئي الناجح إلى تحقيق العديد من الأهداف، حيث يركز على توفير الراحة بكل جوانبها للمستخدمين، والحفاظ على البيئة، وإنشاء مبانٍ منسجمة ومتوافقة مع محيطها. يتجلى أهمية التصميم الداخلي البيئي في قدرة هذه المباني على تحسين جودة حياة الأفراد مع تقليل الأثر البيئي السلبي، من خلال استخدام مواد مستدامة، أنظمة توفير الطاقة، وتقنيات التهوية الفعالة، مما يسهم في خلق بيئات صحية ومريحة للمستخدمين:

ا) الاستخدام الأساسي للمواد والموارد المتوفرة في البيئة المحلية بشكل كبير ولا تحتاج بقدر كبير للتصنيع (توفير الطاقة) وغير مؤذية لصحة الانسان.

ب) انتاج منتج ذو جودة ومتانة بأقل كمية من الموارد والخامات.

ج) استخدام مواد قابلة لإعادة التدوير:

يعزز التصميم الداخلي البيئي استخدام المواد التي يمكن إعادة تدويرها بسهولة أو التحلل البيولوجي، مما يقلل من النفايات.

د) استخدام مواد وتقنيات صديقة للبيئة وبأولوية للثقافة المادية البيئية. [١٣]

ه) يشكل اختيار المواد الصديقة للبيئة أساسًا في التصميم الداخلي البيئي، حيث يمكن استخدام مواد مثل الخشب المعاد تدويره، والألياف الطبيعية، والزجاج العازل الحراري، والألواح الشمسية لتحقيق تأثير إيجابي) على البيئة وتقليل الآثار البيئية الضارة. ويتطلب تحقيق التصميم الداخلي البيئي الفعال تغييرً في الثقافة المادية، حيث يتمثل الوعي والتفاعل الإيجابي مع البيئة في الاهتمام بتفاصيل التصميم والاختيارات البيئية.

و) توفير الراحة الحرارية في المباني: من أهم أهداف التصميم الداخلي البيئي هو توفير الراحة للمستخدمين، ولأن راحة الإنسان لا تعتمد فقط على الحالة الفسيولوجية التي يمكن قياسها، بل تدخل فيها عوامل كثيرة منها ثقافة وبيئة كل شخص، ومن هذه العوامل الفسيولوجية المهمة الراحة الحرارية والتي تتحدد بمدى قدرة الجسم على التخلص من الحرارة والرطوبة الناتجة عن العملية الأيضية التي تحافظ على درجة حرارة الجسم ثابتة عند ٣٧ درجة مئوية [١٤ .]

شكل (15) منطقة الراحة والتصميم الذاتي: تظليل أشعة الشمس، حركة الهواء، الترطيب، واستخدام الكتلة الحرارية مكنهم مد حدود منطقة الراحة الحرارية للإنسان.

المصدر: https://sustainablebuildingdesigns.blogspot.com/2013/12 /

مفهوم الراحة الحرارية للإنسان (Thermal Comfort) هو حالة العقل التي تعبر عن الرضى والقبول عن البيئة الحرارية المحيطة به. وهذا يعني ان الانسان عندما يشعر بالراحة في الجو المحيط به فلا يحتاج الى زيادة أو نقصان درجة حرارة المكان الموجود فيه، أي ان هذه البيئة تكون في حالة اتزان حراري .

ز) توفير الطاقة في المباني : تعتمد استراتيجيات الحفاظ على الطاقة وتوفيرها على ترشيد الاستهلاك والاعتماد على الموارد الطبيعية المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. تتضمن هذه العمليات استخدام مواد بناء منخفضة الاستهلاك التي يتم توريدها محليًا بدلاً من النقل، مع اختيار مواد مقاومة للعوامل الجوية لضمان زيادة عمر الخدمة. يجب أن تستند عملية البناء الافتراضية وتصميم المبنى إلى أساليب علمية، مما يقلل من الحاجة إلى الوقود الأحفوري ويعزز الاعتماد على مصادر الطاقة الطبيعية. يعد تظليل المباني باستخدام الكاسرات الشمسية أحد الوسائل الأساسية

لتقليل الأحمال الحرارية وبالتالي ترشيد استهلاك الطاقة داخل المباني. كما يمكن استخدام العناصر النباتية مثل الأشجار والشجيرات والمتسلقات دائمة الخضرة في التظليل، وفقًا لتوجه الواجهة واحتياجات الحماية. يمكن توظيف هذه العناصر والأدوات بشكل فعال لتقليل استخدام الطاقة في تكييف المبنى، مما يسهم في توفير الراحة الحرارية للإنسان وتسريع وقت الإنجاز باستخدام مواد موفرة للطاقة كما في جدول (١٣)

جدول. (١٣) العلاقة بين عناصر المناخ الأربعة ومحددات الراحة الحرارية .

العوامل المؤثرة في الحرارة	حدود الراحة الحرارية
درجة حرارة الهواء (°C)(مئوية):	٢١ إلى ٢٧ درجة مئوية.
الرطوبة النسبية (RH) (%):	٢٠إلى ٧٠ %

ح) الحفاظ على الموارد الطبيعية :- تعتمد العديد من الخامات والمنتجات المستخدمة في المباني على استهلاك الموارد الطبيعية، والكثير منها غير متجدد مثل أخشاب الغابات والمعادن الخام. وقد أدى ذلك إلى انقراض العديد من أنواع النباتات والحيوانات وتهديد التنوع البيولوجي. تقدر كميات الموارد الطبيعية التي يتم استغلالها من قبل المباني بحوالي ٤٠٪ من المعادن الخام، و٢٥٪ من محصول الأخشاب، و١٦٪ من المياه العذبة في العالم .

ط) تحقيق قيم بصرية عالية في البيئة:- تُعتبر البيئة في التصميم البيئي العنصر الأساسي، وبالتالي يجب أن يكون المبنى في النهاية متناسقًا مع البيئة المحيطة به. من شروط التصميم البيئي اختيار المواد الإنشائية المتوافقة مع البيئة المحلية، ومراعاة البيئة المحيطة بالمبنى. يسعى التصميم البيئي إلى خلق هوية خاصة بكل مبنى ترتبط ارتباطًا وثيقًا مع بيئته.

كما يقول المعماري حسن فتحي: "ليس من الممكن أن يخطئ أحد في طريقة انحناء القباب الفارسية وأقواس انحناء القباب السورية أو المغربية أو المصرية، وما من أحد يمكن أن يخطئ وجود نفس الانحناء ونفس البصمة في الجرة والعمامة التي تنتمي لمنطقة واحدة". من هذا المنطلق، يمكننا القول إن إعطاء البيئة الأولوية أثناء التصميم يعزز من طابع وهوية المنتج المعماري، ويخلق تناغمًا بينه وبين بيئته .

١٣ - نتائج البحث -:

يمكن استخلاص مجموعه متكاملة من النتائج التي تمثل العلاقة والتأثير المتبادل المباشر وغير المباشر لتطور برامج الحاسب المتقدمة واثر استخدامها في التصميم المعماري بمراحله المختلفة ويمكن ذكره هذه النتائج في نقاط محدده كما يلي

١٣-١ التحول الرقمي، في بيئة التصميم :

-النمذجة الرقمية التفاعلية:

- إنشاء "توأمة رقمية" للمسكن تُتيح للمصممين محاكاة السيناريوهات المختلفة قبل التنفيذ.
- إمكانية اختبار الأفكار وتعديلها بشكل فوري بناءً على البيانات والتغذية الراجعة.

١٣-٢ التصميم البارامتري المدعوم بالذكاء الاصطناعي:

- استخدام الخوارزميات الذكية لتوليد حلول تصميمية تتكيف مع متطلبات الاستدامة والابداع والوظيفية.
- تحقيق توازن ديناميكي يلبي احتياجات المستخدمين.

١٣-٣ التكامل بين التقنيات الحديثة والتصميم الداخلي :

- دمج نظم المعلومات البنائية مع تقنيات الواقع الافتراضي والمعزز:

-عرض التصاميم في بيئة محاكاة ثلاثية الأبعاد لتحسين التواصل بين المصمم والمستخدم.

- تقليل احتمالية حدوث أخطاء خلال التنفيذ.
- تحليل البيانات وسلوك المستخدم:
- استخدام أدوات التحليل الرقمية لمراقبة ودراسة سلوك المستخدم داخل النماذج الافتراضية.
- استغلال المعلومات لتعديل التصميم بما يتوافق مع احتياجات السكان.

١٣-٤ تعزيز التعاون والتكامل بين التخصصات :

- منصات التعاون الرقمية متعددة الجهات:
- إنشاء منصات موحدة تجمع بين المعماريين، والمبرمجين، والمهندسين، ومتخصصي الديكور.
- تبادل الخبرات والأفكار لتطوير حلول تصميمية شاملة ومبتكرة.

١٣-٥ الشراكة في تطوير البرمجيات المتخصصة:

- إشراك المعماريين في مراحل تطوير برمجيات التصميم لضمان توافقها مع متطلبات العمارة الحديثة.
- توفير أدوات تصميم تفاعلية ترتكز على احتياجات المستخدم النهائي.

ويمكن من مناقشة هذه النتائج الإشارة بوضوح الي ان الدراسة التحليلية والنقدية أظهرت أن استخدام التقنيات الرقمية يُحدث تأثيراً إيجابياً واضحاً في تحسين عمليات التصميم المعماري الداخلي، حيث ساهمت في رفع مستوى الدقة والكفاءة وتقليل الزمن اللازم لإتمام التصاميم. وتتماشى النتائج مع ما توصلت إليه الدراسات الأجنبية، مما يؤكد أن دمج التكنولوجيا في التصميم الداخلي يمثل خطوة مستقبلية استراتيجية كما ان النتائج تشير إلى ضرورة تجاوز القيود الأولية من خلال تطوير برامج تدريبية وتحديثات دورية تواكب الابتكارات العالمية .

١٤ - التوصيات البحثية-:

يقترح البحث مجموعة توصيات ومقترحات استراتيجية لتعزيز أثر البرمجيات المتقدمة والتكنولوجية في التصميم المعماري والداخلي للمسكن

١٤-١ توصيات تعليمية وتدريبية :

- إنشاء مناهج دراسية متكاملة:
- تطوير برامج تعليمية متخصصة تجمع بين تقنيات التصميم الرقمي والذكاء الاصطناعي والتصميم البارامتري.
- تأهيل جيل جديد من المصممين القادرين على استخدام وتطوير برمجيات الحاسوب المتقدمة.

١٤-٢ توصيات تكنولوجية وابتكارية

- إطلاق منصات "التوأمة الرقمية المفتوحة:"
- إنشاء منصات رقمية متكاملة تتيح تصميم ومشاركة النماذج الرقمية للمسكن.

١٤-٣ توفير أدوات تحليل تفاعلية مستندة إلى الذكاء الاصطناعي لتقييم الأداء البيئي والوظيفي في مراحل التصميم المختلفة.

- دمج تقنيات الواقع الافتراضي والواقع المعزز مع نظم:BIM
- دعم مشاريع البحث والتطوير التي توحد نظم المعلومات البنائية مع تطبيقات الواقع الافتراضي والمعزز.
- تعزيز قدرات المحاكاة التفاعلية وتحسين عمليات اتخاذ القرار قبل بدء التنفيذ.

١٤-٤ توصيات تنظيمية وتعاونية-:

- إنشاء شبكات شراكة بحثية-:
- تحفيز التعاون بين الجامعات، ومراكز البحث، والشركات التقنية لتطوير حلول تصميمية متكاملة.
- تبادل الخبرات بين مختلف التخصصات لتحقيق رؤى تصميمية مبتكرة.

١٤-٥ دعم السياسات الاستثمارية والابتكارية-:

- إصدار سياسات تشريعية وحوافز مالية لتشجيع الاستثمار في البحث والتطوير بمجال البرمجيات المعمارية.
- دعم المشاريع التجريبية التي تعتمد على التحول الرقمي في التصميم.

١٤-٦ تعزيز التكامل بين الأنظمة الذكية والبيئة السكنية:

- تشجيع تطبيق أنظمة إدارة متكاملة تربط تقنيات التصميم المتقدم بأنظمة المنازل الذكية.
- ضمان توفير بيئة سكنية متكاملة تعتمد على البيانات والتحكم الذكي لتحسين تجربة المستخدم وجودة الحياة.

الخلاصة -:

خلص البحث إلى أن استخدام برامج الحاسوب المتقدمة في التصميم المعماري الداخلي للمسكن يسهم بشكل كبير في تحسين دقة التصميم وتقليل الأخطاء وتحقيق التوازن بين الجوانب الجمالية والوظيفية. كما أن النتائج تؤكد ضرورة الاستثمار في التكنولوجيا والتدريب المستمر لمواكبة التطورات، مع الاستفادة من التجارب الأجنبية التي دعمت هذه النتائج [١٦.[19][

الدراسات المستقبلية:- توصي الدراسة بمواصلة البحث في النقاط التالية:

تأثير الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي:- دراسة كيفية تحسين تقنيات التصميم باستخدام الذكاء الاصطناعي.

تطبيقات الواقع الافتراضي والمعزز:- تقييم دور هذه التقنيات في معاينة التصاميم الداخلية قبل التنفيذ.

استدامة التصاميم: تحليل كيفية مساهمة البرامج الرقمية في تقليل استهلاك الطاقة والمواد.

برامج تصميم متخصصة:- تطوير برمجيات متخصصة لتلبية احتياجات المساكن الصغيرة والمتوسطة.[15]

الدراسات المستقبلية:

توصي الدراسة بمواصلة البحث في النقاط التالية:

- تأثير الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي: - دراسة كيفية تحسين تقنيات التصميم باستخدام الذكاء الاصطناعي.
- تطبيقات الواقع الافتراضي والمعزز: - تقييم دور هذه التقنيات في معاينة التصاميم الداخلية قبل التنفيذ.
- استدامة التصاميم: - تحليل كيفية مساهمة البرامج الرقمية في تقليل استهلاك الطاقة والمواد.
- برامج تصميم متخصصة: - تطوير برمجيات متخصصة لتلبية احتياجات المساكن الصغيرة والمتوسطة [١٥].

المراجع

أولا: المراجع العربية

. د. على بن سالم بأهمام "دليل المسكن الميسر"، معهد الأمير عبد الله للبحوث والدراسات الاستشارية[1]
.عبد الله، م. (٢٠١٨). تطور تقنيات التصميم المعماري. دار النشر الجامعية [1]
.الزهراني، ع. (٢٠١٩). التحديات في استخدام التقنيات الرقمية في العمارة. مجلة الهندسة المعمارية [2]
.السويلم، ف. (٢٠٢٠). أثر التكنولوجيا على التصميم الداخلي. مؤتمر التصميم الرقمي [3]
.الخطيب، ر. (٢٠٢١). الكفاءة في التصميم: تقنيات حديثة وأساليب مبتكرة. دار المعرفة [4]
.العامري، س. (٢٠٢٠). منهجيات البحث في العمارة الرقمية. مجلة البحوث التطبيقية [5]
.الشهري، ن. (٢٠١٩). أساليب البحث في التصميم المعماري. جامعة التقنية [6]

.الراشد، ب. (٢٠١٧). برامج التصميم ثلاثي الأبعاد وتطبيقاتها في العمارة. مجلة الهندسة [7]
.المطيري، ج. (٢٠١٨). النظريات المعمارية في عصر التكنولوجيا. مركز البحوث الهندسية [8]
.الهاشمي، د. (٢٠٢١). التكامل بين الفن والوظيفة في التصميم الداخلي. دار النشر العلمية [9]
.الحربي، ك. (٢٠٢٠). تحليل إحصائي لتطبيقات التصميم بالحاسوب. مجلة التحليل الهندسي [10]
.الخياط، م. (٢٠١٩). دراسة مقارنة بين التصميم التقليدي والرقمي. مؤتمر العمارة الرقمية [11]
.السعدي، ل. (٢٠٢١). إحصائيات التصميم الداخلي: دراسة حالة. مجلة الإحصاء التطبيقي [12]
.النعيمي، ح. (٢٠٢٠). مزايا وقيود التقنيات الرقمية في العمارة. دار الأبحاث المعمارية [13]
.العتيبي، و. (٢٠٢١). دور التكنولوجيا في تحسين رضا العملاء عن التصميم. مجلة إدارة المشاريع [14]
.الشهواني، ر. (٢٠٢٢). آفاق مستقبلية في تصميم المسكن باستخدام تقنيات حديثة. مؤتمر الابتكار المعماري [15]
.الجهني، ط. (٢٠٢٠). تقييم نقدي لتكنولوجيا التصميم الداخلي. مجلة النقد الهندسي [16]
.البدر، ع. (٢٠٢١). نتائج تطبيقية في استخدام برامج التصميم الحاسوبي. دار النشر الأكاديمية [17]
.المقرن، س. (٢٠٢٢). توصيات مبتكرة في تطوير التصميم المعماري الداخلي. مجلة التطوير الهندسي [18]

ثانياً: المراجع الأجنبية

[19] Zhu, L.J.Ma, H.Y.(2018)Application of Computer-Aided Software t Interior Design[J].Zhengzhou National Defense Science and Technology School.

[20] Lee, E., Allen, A. & Kim, B. (2013). Interior design practitioner motivations for specifying sustainable materials: applying the theory of planned behavior to residential design. Journal of interior design, 38: 116. DOI: https://doi.org/10.1111/joid.12017. Accessed at 13/9/2019.

[21] Smith, J. (2019). Advancements in Computer-Aided Architectural Design. Journal of Modern Architecture, 45(2), 55-67.

[22] Johnson, A. (2020). Integrating Technology in Interior Design: A Comparative Study. International Journal of Design Research, 32(4), 78-92.

[23] Williams, R. (2018). Digital Tools and Their Impact on Residential Architecture. Journal of Contemporary Architecture, 40(3), 101-115.

[24] Brown, L. (2021). Artificial Intelligence and Its Role in Modern Architectural Design. Journal of Digital Innovation in Architecture, 29(1), 34-48.

[25] US EPA O. Introduction to Indoor Air Quality (Internet). US EPA.2014 (cited 2023 SEP

ثالثا : مواقع الانترنت:

https://www.hisour.com/ar/computer-aided-architectural-design-27912

https://www.rehla.academy/post/top-architectural-design-software

https://ymahgoub.blogspot.com/2012/05/1997.html.

https://www.syr-res.com/article/21063.html

https://www.almustaqbel.com/