أساليب النمذجه والمحاكاة الرقمية في تصميم الفراغات الداخلية

Digital modeling and simulation methods in designing interior spaces

مقدم من
سلمي محمود كمال محمد مصطفي الخلعي
مدرس بقسم الديكور– كلية الفنون و التصميم
جامعه فاروس – الإسكندرية
Salma.elkholaey@pua.edu.eg

ملخص البحث:

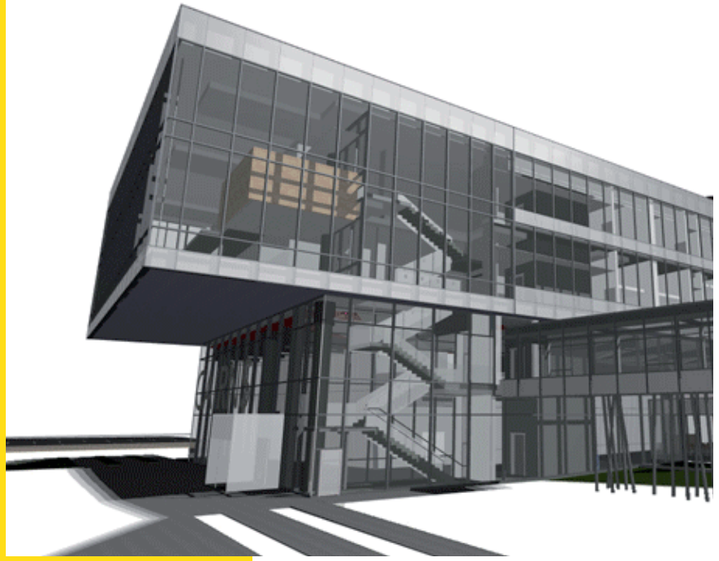
في أوائل الثمانينيات من القرن الماضي تم دمج تكنولوجيا المعلومات بالمباني، وظهر نتاج هذا الإندماج فيما يعرف بالمباني الذكية، و أستطاع المصمم الداخلى تصميم فراغات داخلية ذكية مع زيادة التطور التكنولوجى و إيجاد أنظمة تكنولوجية تتداخل مع الفراغات الداخلية لتكون فراغ مستجيب و فعال . و لكن نتيجة عدم استخدام التقنيات الحديثة في العمارة الداخلية والتي من شأنها دعم تصميم الفراغات الداخلية و افتقار المصمم الداخلي إلى الإلمام بجوانب التكنولوجيا الرقمية والمواد والأنظمة الذكية التي يجدها مفيدة في تصميم المساحات المستدامة كان الهدف الأساسي هو عرض المتطلبات التصميمة و التكنولوجية للعمارة الرقمية و الوصول إلى حلول تصميمية من خلال استخدام تقنيات النمذجة و المحاكاة لتحقيق فراغات داخلية ذكية و مستدامة و توضيح اثر الأنظمة الذكية على ترشيد استهلاك الطاقة داخل الفراغات الداخلية المختلفة و توضيح المميزات البيئية للعمارة الذكية وذلك من خلال تحليل القيمة المعرفية لتأثير العمارة الرقمية على الفراغات الداخلية و التشكيل المعماري و أدوات و آليات تنفيذها في العمارة الذكية و التعرف على اساليب النمذجة الثلاثية الأبعاد و هي عملية إنشاء نماذج رقمية ثلاثية الأبعاد للمباني والفراغات الداخلية باستخدام برامج الكمبيوتر المخصصة. و المحاكاة وهي استخدام البرامج الحاسوبية لإعادة إنشاء سلوك ووظيفة المباني وتحاكيها بشكل واقعي. و نتيجه لذلك قدمت الثورة الرقمية إمكانات هائلة ساعدت في تطوير التكنولوجيا الرقمية وتطويعها لرسم مفردات جديدة للتشكيل وهو ما جعل من عملية التصميم الداخلى عملية إبداعية من دون عوائق، وفتح أفاق جديدة أمام المصمم الداخلى للانطلاق والإبداع.وقد سهلت تكنولوجيا التصميم الرقمي عملية التعبير التصميمي من خلال استخدام البرامج المتنوعة التي ساعدت في تحويل هذه الأفكار من خيال المصمم إلى واقع ملموس. تساعد أنظمة البناء والتكنولوجيا الرقمية وأساليب البناء على زيادة كفاءة تشييد المباني وتخطيطها.

الكلمات المفتاحية

الفراغات الداخلية ؛ العمارة الذكية ؛ نمذجة ثلاثية الأبعاد ؛ المحاكاة ؛ توفير الطاقة ؛ التصميم المستدام.

Abstract:

In the early 1980s, information technologies were integrated into buildings and the result of this combination was the so-called intelligent buildings. Thanks to the increasing technological development and the discovery of disruptive technical systems, the interior designer has managed to design intelligent interiors. With the interiors to create a responsive and efficient space. However, due to the lack of use of modern technologies in interior design that could support the design of interior spaces and the interior designer's lack of knowledge of aspects of digital technology, materials and intelligent systems that he finds useful in the design of sustainable spaces, the main goal is was to represent the design and technology requirements of digital architecture and access to design solutions using modeling and simulation techniques to create intelligent and sustainable interiors and the impact of intelligent systems on rationalizing energy consumption in individual interiors and defining the environment explain characteristics of intelligent architecture by analyzing the cognitive value of the impact of digital architecture on interiors and architectural design, as well as the tools and mechanisms for their implementation in intelligent architecture. This is done by analyzing the cognitive value of the impact of digital architecture on interior spaces and the emergence of architecture, tools and mechanisms for their implementation in intelligent architecture , as well as identifying three-dimensional modeling methods, i.e. H. the process of producing three-dimensional digital models of buildings and interiors through the use of appropriate computer programs. Simulation is the use of computer programs to reconstruct the behavior and functions of buildings and simulate them realistically. As a result, the digital revolution has created enormous potential that has contributed to the development of digital technology and its adaptation to derive a new vocabulary for training, which has made the creative interior design process unhindered and opened up new horizons for the interior designer to start and create. Building systems, digital technologies and construction methods help to increase the efficiency of building and planning.



المقدمه:

شهد العالم خلال العقدين الأخيرين متغيرات تكنولوجية هائلة، حيث التقدم في علوم الحاسب الآلى وتطبيقاته، الأمر الذي أدى إلى سيادة (التكنولوجيات الرقمية) المتعلقة بعلوم الحاسب الآلي في كافة مجالات الحياة؛ ليشهد العالم منذ ذلك الحين عصر (الثورة الرقمية)، ارتبطت العمارة الداخلية المعاصرة ارتباطاً وثيقاً بتلك الثورة الرقمية، حيث أصبح الإبداع المعماري والمتمثل فيما بين الملموس و اللاملموس ، وكذا مابين الواقعي والافتراضى. ان الاستعانة بتطبيقات التكنولوجيا الحديثة والنماذج الرقمية في العمارة الداخلية انتقلت بالتصميم الي مراحل متقدمة من الابداع المعماري ، و تطور التقنيات الحديثة وأنظمة الكمبيوتر المتكاملة أحدث تحول كبير في صناعة البناء، مما أدى إلى ظهور مفهوم" الفراغات الداخلية الذكية" فلم يعد الطلب على هذا النوع من الفراغات من اجل الرفاهية فقط بل اصبح من الضروري لما لها من مميزات متعددة، كانخفاض استهلاك الطاقة والمياه وتقليل تكاليف التشغيل بالإضافة الى زيادة الإنتاجية وتوفير الراحة للمستعملين، لذلك تساهم المباني الذكية في التأثير "إيجابيا" على البيئة الطبيعية وصحة المستعملين و بإستخدام التكنولوجيا الرقمية يمكن الوصول إلى فراغات داخلية ذكية عن طريق النمذجة والمحاكاة فهما أدوات مهمة في مجال العمارة تساعد على تصور وتحليل وتحسين التصميمات

الداخلية والخارجية للمباني قبل البدء في التنفيذ الفعلي للفراغات الداخلية. سهلت تكنولوجيا التصميم الرقمي عملية التعبير عن التصميم نتيجة استخدام البرامج المختلفة مما ساعد في نقل هذه الأفكار من خيال المصمم إلى حيز الواقع و من الإعتبارات الهامة لكفاءة و نجاح المشروع في مدى أداء المبنى للعمليات التقنية الرقمية بكفاءة عالية، فصار هناك تكامل بين عملية التصميم الداخلى و المنظومة الإنشائية و تكنولوجيا وأساليب البناء الرقمية في رفع الكفاءة الإنشائية و التصميمية للمبنى، مما أدى الى إطلاق الحرية لإبداع تشكيلات كتل غير مسبوقة.

مشكلة البحث:

تتحدد المشكلة البحثية في :

١- عدم استخدام التقنيات الحديثة في العمارة الداخلية والتي من شأنها دعم تصميم الفراغات الداخلية.

٢- افتقار المصمم الداخلي إلى الإلمام بجوانب التكنولوجيا الرقمية والمواد والأنظمة الذكية التي يجدها مفيدة في تصميم المساحات المستدامة.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى :

١- عرض الخصائص و المتطلبات التصميمة و التكنولوجية للعمارة الرقمية و الوصول إلى حلول تصميمية من خلال استخدام تقنيات النمذجة و المحاكاة لتحقيق فراغات داخلية ذكية و مستدامة.

٢- توضيح اثر الأنظمة الذكية على ترشيد استهلاك الطاقة داخل الفراغات الداخلية المختلفة .

٣- توضيح المميزات البيئية للعمارة الذكية وذلك من خلال تحليل عدد من المباني الذكية.

أهمية البحث:

١- دراسة المنهجية الجديدة للتصميم تكون قائمة علي أستخدام أساليب النمذجة و المحاكاة الرقمية لإستحداث أفكار تصميمية جديده لتطبيق فراغات ذكية مستدامة.

٢- معالجة الفجوة بين التقدم التقنى و التسارع التكنولوجى فى جميع مجالات التصميم الداخلى. حيث تفتقر الفراغات الداخلية من عدم التوافق بين البيئة المجتمعية و الطفرات التقنية .

منهجية البحث:

يتبع البحث:

١- المنهج الوصفى التحليلى: من خلال وصف و تحليل القيمة المعرفية لتأثير العمارة الرقمية على الفراغات الداخلية و التشكيل المعماري و أدوات و آليات تنفيذها في العمارة الذكية

٢- المنهج الإستقرائي: لمعرفة أهم الإتجاهات التى أنتجتها الثورة الرقمية و المعلوماتية.

١.ماهية تكنولوجيا التصميم الرقمى :

الثورة الرقمية هي نتاج أربع ثورات تكنولوجية تمثلت الأولي في ظهور الحاسب الآلي **computer** والثانية في شبكة المعلومات " الإنترنت " **Internet**والثالثة في تطوير الوسائط المعلوماتية "الإنفوميديا **Infomedia** " أما الرابعة فهي المعلومات المتسعة والسريعة " **salanterns**" التي تفوق الإنترنت عبرالألياف الضوئية (١)

ولقد نجحت البشرية باستخدامها تكنولوجيا الرقميات في حفظ المعلومات و وضع البرامج لتحليلها وتحويلها إلي خبرات محفوظة ونقلها المعلومات في أوقات متناهية القصر وتقدمت الصناعة بخطوات واسعة لتدخل التكنولوجيات الرقمية في كل ما نلمسه ونستعمله، أما الميزة الأهم الآن هي تخزين العديد من المعلومات في وحدات صغيرة وإمكانية نقلها بسرعة ،وعليه فإن كل تلك التطورات المصاحبة لعصر الثورة الرقمية قد أثرت علي العمارة الداخلية والعمران المصاحب لها (٢) .

شهدت التقنيات التكنولوجية والذكاء الإصطناعي تطورا كبيرا فزادت رغبة الأفراد في مباني أكثر حداثة ومرونة وراحة، تتداخل مع الانترنت والأنظمة الذكية

(١) حسن، محمد، (٢٠٠٤) ،" البيئة المدرسية في عصر الثورة الرقمية" مقالة، المملكة العربية السعودية: مجلة البناء، عدد ١٦٤.

(2) Leach, Neil. 2002 ,Introduction, Designing For a Digital World. USA: John Wiley & Sons LTD.

وتكنولوجيا الإتصالات. لذا تم تطوير مفاهيم التصميم التكاملي ودمجها مع الأنظمة الذكية والمواد الذكية مدعومة بالأجهزة الذكية وأجهزة الإستشعار وشبكات الإتصالات ، لتصبح الفراغات الداخلية أكثر مرونة وقدرة علي استيعاب التعديلات والتحكم باستهالك المواد وكذلك أكثر سيطرة علي الأمن والبيئة الداخلية و التحكم فى المبانى المتعددة.

٢. التصميم الداخلي الذكي Smart interior design **:**

فكرة المبني الذكي انه ليس ذكيا بذاته ولكنه يجعل استخدام المبني ذكي من خلال دعم التواصل بين انظمة المبني بما فيها من تكييف وتهوية وأنظمة الأمن و الحراسة الخ .. بهدف تحقيق احتياجات مستخدمي المبني و زيادة الكفاءة الإنتاجية والعائد الإستسماري للمبني فى اطار الإستدامة.

العمارة الذكية تقدم مجموعة متكاملة من الحلول لمجموعة متنوعة من المشاكل المعمارية والمشاكل البيئية والاستخدام الأمثل للفراغات والموارد والتوظيف الأمثل لمواد البناء والتكنولوجيا. فالعمارة الذكية ليست فقط خضراء)متوافقة بيئيا(.

إن من اهم صفات العمارة الذكية أنها مباني تتحكم أوتوماتيكيا في المناخ الداخلي مع أقل استخدام للطاقة وذلك من خلال :

- توفير قواعد بيانات ونظم اتصالات مسموعة ومرئية.
- التحكم الآلي في شدة الإضاءة في الداخل حسب ساعات النهار وسطوع الشمس.
- التحكم بالحاسب الآلي في فتح وغلق كاسرات الشمس.
- التحكم في تكييف الهواء حسب درجة حرارة الجو والحمل الحراري والرطوبة النسبية.
- الإنذار والإطفاء الأوتوماتيكي ضد الحريق باستعمال الكاشفات الإلكترونية الحرارية وكاشفات الغازات الخطرة .
- المراقبة والإنذار الأوتوماتيكي ضد السرقة والاقتحام وتخطيط برامج إدارة الأزمات.

– من وجهة نظر أخرى: العمارة الذكية هي عمارة تعنى إنتاج مبنى متوافق بيئيا مع المحيط، مبنى يمكنه التصرف ككائن حي يستجيب للمؤثرات الخارجية ولتحقيق ذلك يتم الاستفادة من التطور التكنولوجي والرقمي الهائل إلى أقصى درجة وتوظيف التكنولوجيا لخدمة العمارة وتحقيق الهدف المرجو من جعل المبنى " كائن حي"(٣) .

ركزت تعريفات العماره الذكية علي ٣ نقاط أساسية و هم :

١- الجانب التكنولوجي .

٢- تفاعل المستخدم مع المبني و العمل علي الأنظمة والخدمات لإدارة المبني واحتياجاته .

٣- قدرة المبني علي التعلم وتعديل الأداء من ناحية الإشغال والبيئة الداخلية و الغلاف الخارجي و التجهيزات ذات الصلة بالخارج .

٣.الدوافع التصميمية لإنتاج الفراغات الذكية :

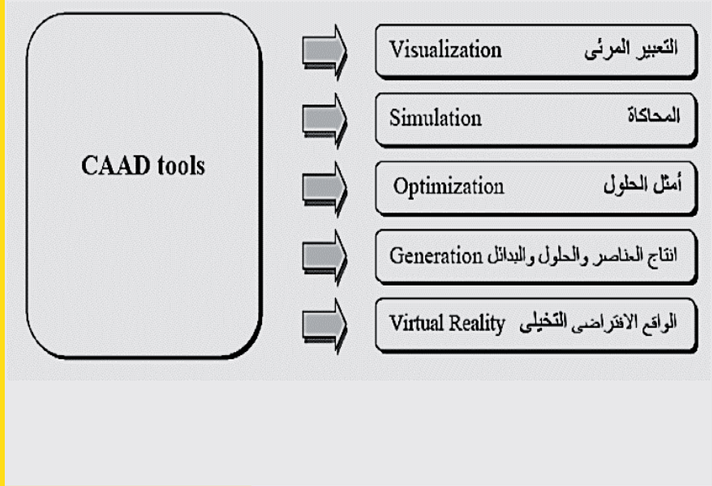
بالمقارنة مع مجالات الصناعة المختلفة، يبدو مجال الصناعة البنائية وإنتاج المباني مقيد بالممارسات القديمة، غير قادر على الاستجابة السريعة للتطور التكنولوجي والمناهج الإنتاجية الحديثة والاستخدام المفرط للطاقة غير المتجددة والموارد، لكن التغيرات الحاصلة في ثقافة ونمط معيشة المواطنين أظهرت الحاجة الى نوع جديد من الخدمات وأسلوب جديد لتوفيرها وبالتالي الابتعاد عن الطرق التقليدية في المعالجة. لذا فقد تعددت الحاجات والضرورات الى وجود منظومة ذكية متطورة، لاستخدامات متعددة بمساعدة تطور التقنيات والتكنولوجيا الحديثة بمختلف المجالات، كالتكنولوجيا المعلوماتية، والذكاء الصناعي وتكنولوجيا

(٣) زينب محمود عبد السلام(٢٠١١). "دراسة تحليلية لنظم وتقنيات المبانى الذكية". رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامة اسيوط، مصر .

المواد، ومنظومة الاتصالات الإلكترونية الحديثة، كل هذا ساعد على وجود الذكاء في المبنى لتوفير أفضل خدمة للشاغلين ومواكبة التطور الحضاري الذى أخذ يتزايد بصورة سريعة و كبيرة جداً، السبب الرئيسي لإنشاء المباني وهو تلبية حاجة الإنسان، فالتحدي الحقيقي عند تصميم المباني الذكية هو ليس تقنية الكومبيوتر، إنما هو التحدي التطبيقي، في كيفية زيادة قيمة المبنى من خلال جعله يستجيب لحاجات الإنسان. و أيضا الفوائد الاقتصادية والوظيفية للمباني الذكية والمتضمنة توفير حياة أطول للمبنى واستهلاك أقل للطاقة وإنتاجية أكبر للعاملين، هذا بالإضافة الى المرونة المطلوبة لتناسب التغير في الاحتياجات والمتطلبات، مع التقليل من التعديلات الإنشائية المكلفة، فكل ذلك يزيد من الحاجة الى هذا النوع من المباني.(٢) ظهرت الأطروحات النظرية والممارسات التطبيقية للمباني الذكية كأحد أهم نتائج التكامل بين تطور تقنيات الاتصال والمعلومات من جهة والنظرية والممارسة المعمارية من جهة أخرى، إلاّ أن ظهور المباني الذكية قد تنفرد بالتأثر بمجموعة من الدوافع الخاصة التي عززت من هذا الظهور وضمنت له القوة الدافعة اللازمة للترقي والتطور.

٤.مراحل استخدام التكنولوجيا الرقمية في التصميم الداخلى الذكى:

كان تصميم الفراغات الداخلىة من أبرز العناصر التي تأثرت إيجابيا بتقنيات الحاسب سواء في مجال التصميم الداخلى أو التعليمي أو الدراسات الأكاديمية، ومن الإنعكاسات الظاهرة لهذه التكنولوجيا في مجال التصميم الداخلى ما يعرف بال(**CAAD) " Computer – Aided Architec–tural Design** "، شكل(١) والذي يعد مرحلة كبرى في تكنولوجيا التصميم الداخلى أمكن المصمم من إنتاج ونسخ المخططات بسرعة وفعالية عالية ومع تطور هذه البرامج أصبح من الممكن بناء مجسمات رقمية إستطاعت التعويض عن صنع المجسمات اليدوية والمدة والتكلفة التي يستغرقها والتعديلات التي تجرى على التصميم، بعكس المجسمات الرقمية التي يمكن تعديلها بشكل فوري وصدرت في السنوات الأخيرة برامج حديثة وعديدة للمجسمات الرقمية تحمل معلومات الإنشاء والمواد **BIM (Building Information Modeling)** يمكن باستخدامها أنتاج رسومات ثنائية و ثلاثية الأبعاد بنفس الوقت وتحميل معلومات تقنية يمكنها التعرف على أجزاء ومواد البناء لتسهل حساب الكميات والمواصفات، وتم مؤخرا صنع كاميرا يمكن توجيهها باتجاه البناء لمقارنة التصميم بالواقع الحقيقي.



تشكل (1) يوضح أدوات الحاسب الالي لخدمة العملية التصميمية

٥.أهمية استخدام النمذجه الرقمية في محاكاة الفراغات الداخلية باستخدام المسح الرقمي ثلاثي الأبعاد مع برامج التصميم بالحاسب الآلي:

١.٥. مفهوم النمذجة:

هو مصطلح يأتي من نموذج أي يقـــــوم

(٢) إيمان على الجهمى، (٢٠١٣).”عوامل تطبيق أنظمة المبانى الذكية فى شبه جزيرة سيناء " دراسه تحليلية لمنطقة وسط سيناء. رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، مصر .

المصمم بعمل نموذج على البرامج الهندسية يحاكي الواقع من الزمان والمكان والمقاييس الأساسية للإنشاء ليكون متاح إقامة التجارب ويكون به نفس خصائص المنشأ، المعدة أو المصنع الحقيقي ولكن بشكل مصغر يسهل التعامل معه حتى لا تسبب الخسائر في التعامل مع النموذج الواقعي(٣).

٢.٥. النمذجه الرقمية بالحاسب الآلي:

هي استعمال الحاسبات في محاكاة العمليات، ونماذج الحاسب لها قيمة علمية عالية لأنها تسمح لشخص مَا أن يدرس اَستجابة النظام أو الشيء المراد اختباره في ظل ظروف لا يمكن أن يتعرض بسهوله لها بشكل آمن قي المواقف الحقيقية، ويعرف نُموذج الحاسب عادة في شكل تعبيرات وعلاقات رياضيه باستخدام برنامج للحاسب . وتبني مثل هذه المعادلات الرياضية لتمثل علاقات وظيفية ضمن النظام، وتعطي النتائج في شكل مجسمات. ويتوقف نجاح نماذج الحاسب إلى حد كبير على دقة التمثيل الرياضي للأنظمة، وغالبا مَا يكون علي المصمم أن يختار أو يستنتج عددا من المتغيرات.

٣.٥. مراحل النمذجه الرقمية

تمر عملية نمذجه الفراغات الداخلية المختلفة باستخدام النمذجه الرقمية بالعديد من المراحل والتي تتلخص أهمها فيما يلي:

– المرحلة الأولى : المسح الرقمي الليزري **٣D Scanners and Digitizers**.

– المرحلة الثانية: برامج النمذجه **٣d modeling software**.

– المرحلة الثالثة: برامج وتطبيقات الإظهار **Renderer**.

٤.٥. مفهوم المحاكاة

المحاكاة عبارة عن بداية تشغيل النموذج الذي قام المصمم بعمله وبداية إقامة التحاليل مع مراعاة الزمان والمكان فتعتبر المحاكاة دراسة واقعية لمعرفة أداء النظام وهل سيتم استخدامه بالفعل أم يحتاج بعض التعديلات.تعرف المحاكاة في التصميم بشكل رئيسي على أنها بناء النماذج الرقمية الهندسية، التي يمكن استخدامها في تطبيقات تتطلب التمثيل الرياضي للأشياء، مثل الأبنية المعمارية والمنتجات، وفى مجال التصميم، فإن بناء نماذج الحاسب للأبنية المصُممة حديثا تخضْع إلى الاختبارات المقلدة للتعرف على استجاباتها لقوى الشد والضغط والمتغيّرات الفيزيائية والميكانيكية الأخرى .

٥.٥. أساليب المحاكاة:

تستخدم الأدوات والبرامج المحاكاة لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد للتصميمات الداخلية. يمكن للمصممين إنشاء نماذج مفصلة للغاية تعكس الأبعاد والتفاصيل الدقيقة للمساحة الداخلية المخططة. يتم استخدام الإضاءة والمواد والألوان الواقعية لتحاكي الظروف الفعلية. يعطي هذا للمصممين فكرة واضحة عن مظهر المساحة ويمكنهم تحريك الكاميرا واستكشافها من زوايا مختلفة. يمكن أيضًا تجربة تأثيرات مختلفة مثل تغيير الإضاءة أو تطبيق ألوان جديدة لتقييم التأثير المرئي.

من خلال المحاكاة، يمكن للمهندسين المعماريين والمصممين الداخليين والعملاء الاطلاع على التصميم الداخلي بشكل واقعي وتفاعلي قبل الشروع في تنفيذه. وهذا يوفر فرصة لتقييم التصميم وتحليله واختباره من جوانب مختلفة قبل الاستثمار في تكاليف البناء والتشييد الفعلية.

٦.الفوائد التي يمكن أن تقدمها المحاكاة في التصميم الداخلي في ضوء العمارة الرقمية:

١.٦. تحسين التفاهم : يمكن للعميل والمصممين أن يروا التصميم بشكل واضح وواقعي، مما يساعدهم على التفاهم المشترك وتوضيح الأفكار والتوقعات. يمكن للعميل تجربة المساحات وتصور الأثاث والترتيبات المختلفة وتقديم التعليقات والتغذية المباشرة للمصممين.

(4) https://www.almrsal.com/post/934752

٢.٦. اكتشاف الأخطاء والتعديلات : يمكن اكتشاف الأخطاء والتعارضات المحتملة في التصميم الداخلي مبكرًا من خلال المحاكاة. يمكن تحليل التصميم وتحديد المشاكل المحتملة قبل البدء في الإنشاء الفعلي، مما يقلل من التعديلات والإصلاحات اللاحقة ويوفر وقتًا وموارد.

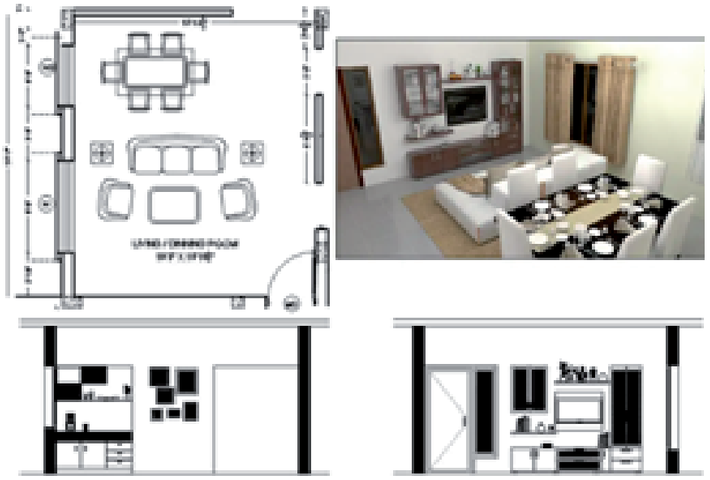
٣.٦. مرونة التخطيط المكاني : يمكن تجربة توزيع الأثاث وترتيبات الفراغات والتصميمات المختلفة في المحاكاة. يمكن تحريك العناصر وتغييرها بسهولة لتحقيق أفضل تدفق وتنظيم للمساحات الداخلية.

٤.٦. تحليل الإضاءة والظلال : يمكن للمحاكاة توفير تقييم دقيق للإضاءة وتأثيرها على التصميم الداخلي. يمكن تجربة مختلف خيارات الإضاءة وتحليل الظلال والتأثيرات البصرية لتحقيق الجو المطلوب في المساحات الداخلية.

٥.٦. توفير تجربة واقعية : يمكن للمحاكاة الرقمية توفير تجربة واقعية للمصمم الداخلي والعملاء. يمكنهم استكشاف المساحات الداخلية بطريقة تفاعلية، وتجربة الأجواء والمزايا المختلفة للتصميم، مما يساعدهم على اتخاذ قرارات مستنيرة وتحقيق رضا أفضل.

بشكل عام، تساهم المحاكاة في تحسين جودة التصميم الداخلي وإجراء تحسينات وتعديلات قبل تنفيذه في الواقع. تساعد في تقليل المخاطر وتحسين كفاءة العملية التصميمية وتوفر وقتًا وموارد وتكاليف. كما تعزز التفاهم والتواصل بين العميل والمصممين وتساعد في تحقيق تصميم داخلي يلبي الاحتياجات والتوقعات بدقة.

المحاكاة أو النمذجة الافتراضية هي تقنية تستخدم في العمارة الرقمية لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد للتصميم الداخلي للمباني قبل تنفيذها في الواقع. يتم استخدام برامج المحاكاة لإنشاء نماذج رقمية تفاعلية للمساحات الداخلية، تشمل المفروشات والأثاث والإضاءة والتشطيبات والألوان وغيرها من التفاصيل.



شكل (2) يوضح الإمكانيات الخاصه بالبرنامج في التصميات ثنائية و ثلاثية الأبعاد

٧.البرامج المستخدمة في تصميم الفراغات الداخلية بالمباني بشكل ثنائى و ثلاثى الأبعاد:

AutoCAD .1.7

جاءت أول قفزة كبيرة في التصميم الداخلى الرقمي مع تقديم برنامج التصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD) في الستينيات. حل التصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD) محل المخططات التقليدية المرسومة يدويًا ومكن المصمم الداخلى من إنشاء رسومات رقمية دقيقة ودقيقة وقابلة للتحرير. وقد أحدث هذا ثورة في عملية التصميم، مما سمح بزيادة الكفاءة، والتكرارات الأسرع، وتحسين التواصل بين المصمم الداخلى والعملاء .شكل (٢) (٥) يمكن استخدام AutoCAD في تصميم المباني بشكل شامل أو في المراحل المبكرة من عملية التصميم.

٢.٧. التصور ثلاثي الأبعاد

مهد تطور برامج CAD الطريق لتصور ثلاثي الأبعاد (٣D) في تصميم الفراغات الداخلية.

(5) https://cadbull.com/detail/163141/Living-Room-

ومع القدرة على إنشاء نماذج افتراضية للفراغات الداخلية، يمكن للمصمم الداخلى الآن توجيه العملاء من خلال تمثيل واقعي لتصميماتهم. وقد وفرت هذه التجربة الغامرة فهمًا أوضح للعلاقات المكانية والمواد والإضاءة، مما سمح باتخاذ قرارات أفضل وتواصل أكثر فعالية.

Rhino 3D .3.7

يُستخدم Rhino ٣D في تصميم المباني ثلاثية الأبعاد والنماذج المعمارية المعقدة. يتميز Rhino ٣D بقدرات نمذجة قوية ومرونة في التصميم والتجسيم الكتلى. يتعاون Rhino ٣D أيضًا مع العديد من البرامج الأخرى لتحقيق وظائف إضافية.

Autodesk Revit .4.7

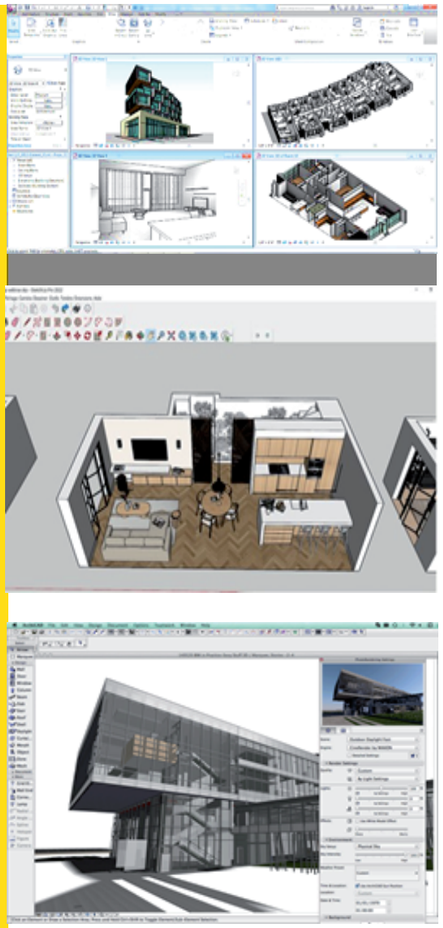
يُعتبر Revit واحدًا من أبرز البرامج المستخدمة في تصميم المباني ثلاثية الأبعاد شكل (٣) (٦) . يوفر Revit واجهة سهلة الاستخدام ويسمح بإنشاء نماذج مباني مفصلة بما في ذلك الجدران والأعمدة والأسقف والأبواب والنوافذ والتجهيزات الداخلية وغيرها. كما يتيح Revit التعاون المشترك بين مجموعة العمل وتحليل الأداء وإنشاء التوثيقات.

SketchUp .5.7

يُستخدم SketchUp على نطاق واسع في تصميم المباني ثلاثية الأبعاد بفضل واجهته البسيطة والسهلة الاستخدام. شكل (٤) (٧) يتيح SketchUp إنشاء نماذج مباني مفصلة ويتميز بمجموعة واسعة من الإضافات والمكتبات التي تسهل عملية التصميم واالتجسيم الكتلى والتحريك.

ArchiCAD .6.7 :

يُعتبر ArchiCAD برنامجًا متخصصًا في تصميم المباني ثلاثية الأبعاد. يوفر Archi–CAD أدوات قوية لإنشاء نماذج مباني مفصلة وتحليل الأداء والتصورات البصرية والتوثيقات، شكل (٥)(٨) . يتميز ArchiCAD أيضًا بقدرته على تمكين التعاون المشترك بين الفرق وتتبع التغييرات.



شكل (3) يوضح المراحل المختلفه التي يقدمها برنامج Revit

شكل (4) يوضح الواجهه الخاصة بالبرنامج في تصميم فراغات داخلية بسيطة

شكل (5) يوضح الإمكانيات الخاصة بالبرنامج في الحيزات المختلفة

6) https://en.idei.club/35376-building-information-modeling-software.html
7) https://www.arab4apps.com/2023/09/best-home-design-software.html
(8) https://aecmag.com/news/archicad-1

٨.استخدام نمذجه المعلومات في تحسين عمليه التصميم:

يشير إلى استخدام تقنية نمذجة معلومات البناء (**Building Information Modeling – BIM**) في إدارة وتنفيذ الفراغات المختلفة. تعتبر **BIM** أداة قوية تجمع بين البيانات والمعلومات والرسومات ثلاثية الأبعاد في نموذج واحد متكامل (٩). بينما يقوم **CAD** بإنشاء رسومات ثنائية أو ثلاثية الأبعاد لا تميز بين عناصرها، فإن **BIM** يتضمن **D**–٤ (الوقت) و**D**–٥ (التكاليف). يتيح ذلك للمستخدمين إدارة المعلومات بذكاء طوال دورة حياة المشروع، وأتمتة العمليات مثل البرمجة والتصميم المفاهيمي والتصميم التفصيلي والتحليل والتوثيق والتصنيع والخدمات اللوجستية للبناء والتشغيل والصيانة والتجديد أو الهدم (١٠).

٨.١. مراحل استخدام ال BIM لتصميم الفراغات المستدامة

١- البرمجة : P-Programming –

هي مهام للحفاظ على مرونة المشروع كإنشاء مهام البناء مثل تحديد ارتفاعات الادوار، مسارات الحركة في المبنى، أنواع المواد المستخدمة في المبنى، مساحات الفراغات، عناصر المبنى وظيفته والتخطيط الكلي له، البرمجة يتم ادخال كافة البيانات والمعلومات الخاصة بالحيزات من –تحديد الفراغ الملائم والمناسب لمختلف أنواع التنمية الموجودة أو المتوقع تواجدها في المنطقة بحيث تحافظ على البيئة الطبيعية والأماكن الأكثر حساسية بيئيا.

٢- تحليل الموقع P-SITE ANALYSIS**:**

تحليل ودراسة الموقع العام ، دراسة المناطق المحيطة ومتطلبات تقسيم الحيزات والبيانات المساحية للحيزات المحيطة بالمكان.

البعد الأهم والأول في برمجيات نمذجة المعلومات وهي مهام تحويل الرسومات من ثنائيه الابعاد و بإضافة المعلومات إلى العناصر ثلاثية الابعاد المكونة للمشروع وتحويلها من مجرد رسم إلى عناصر مشبعة بالمعلومات، شكل (٦) (١١) .

شكل (6) يوضح نماذج مختلفه للفراغات و كيفيه تحويل الرسومات ثنائية الأبعاد الي فراغات ثلاثية الأبعاد

٤- انشاء /توليد التصميم Design Authoring **:**

عمليه يتم فيها استخدام نموذج ثلاثي الابعاد لوضع المعلومات التي يستند عليها والمعايير المطلوبة لتطوير المبنى شكل (٧) (١٢) ،حيث انه الخطوة الاولى في عملية التصميم المنفذ وكيفية ربط النماذج ثلاثية الابعاد مع قاعدة البيانات و أساليب وتكاليف البناء (١٣).

٥- مراجعة التصميم D-Design Reviews**:**

تكون من ناحية المصمم او الإستشاري الهندسى لانه يضع قوانين ومعايير الإضاءة وحل مشاكل التصميم وتقليل الوقت عن طريق حل المشاكل الموجودة في المشروع , تقديم البدائل المتاحة في التصميم.

(9)https://www.planradar.com/ae/bim-advantages-improving-productivity-building-lifecycle/
(10)https://www.archdaily.com/888727/what-is-bim-and-why-does-it-seem-to-be-fundamental-in-the-current-architectural-design
(11)https://viewpointvirtual.com/
(12)https://floorplanimaging.com/3d-floor-plans
(13)Shimaa Ashour,2019, Conference: The 13th International Conference - Innovation and TechnologyAt: Elmina university -Faculty of Fine Arts.

١.٥. مزايا BIM **مجموعة لتحسين عملية التصميم (١٤) :**

١.١.٥. التنسيق والتكامل: يمكن لنمذجة المعلومات أن تساعد في تحقيق التنسيق والتكامل بين مختلف التخصصات المشتركة في عملية البناء، مثل تصميم الفراغات الداخلية و التصميم المعماري والهيكلي والكهربائي والميكانيكي. يتم تحديث التغييرات في النموذج بشكل تلقائي، مما يقلل من حدوث التعارضات والأخطاء في المشروع.

٢.١.٥.التخطيط والجدولة : يمكن استخدام **BIM** لإنشاء جدول زمني مفصل لعملية البناء. يمكن للمصممين استخدام النموذج لتحليل وتقييم تسلسل العمل والمهام والموارد اللازمة، مما يساعد على تحسين التخطيط وإدارة المشروع بشكل فعال.

٣.١.٥.التحليل والمحاكاة : يمكن استخدام **BIM** لإجراء تحليلات ومحاكاة مختلفة لتقييم أداء المبنى والأنظمة المختلفة، مثل تحليل الطاقة وتدفق الهواء والإضاءة. يمكن لهذه التحليلات أن تساعد في اتخاذ قرارات أفضل لتحسين كفاءة المبنى وتوفير الطاقة.

٤.١.٥. إدارة البيانات والمستندات: يتم تخزين جميع البيانات والمستندات المتعلقة بالمشروع في نموذج **BIM**، مما يسهل الوصول إليها ومشاركتها. يمكن تحديث البيانات بشكل متزامن، مما يقلل من احتمالية وجود معلومات غير محدثة أو متضاربة.

باستخدام **BIM**، يمكن تحسين تعاون الفريق التصميمي و التنفيذى ، وتقليل الأخطاء والتكاليف الناتجة عن التعديلات، وتحسين كفاءة البناء وجودة المشروع بشكل عام. فهى تقنية متقدمة تعزز الشفافية والتنسيق في صناعة الفراغات الذكية.

من المهم توضيح الفرق بين BIM **وبرامج مثل** Revit **و**ArchiCAD **و**AllPlan **وغيرها**

(14)https://emaarco.co/%D9%86%D9%85%D8%B0%D8%AC%D8%A9

شكل (7) يوضح نموذج لإحدي الفراغات الداخلية السكنية موضح بها عناصر التصميم الداخلي للحيز الخاص بالمطبخ بشكل ثنائى و ثلاثى الأبعاد

BIM هو نظام عمل، في حين أن **Revit** و **ArchiCAD** و**AllPlan** هي برامج متوافقة مع **BIM**. ويكمل الاثنان بعضهما البعض ويسمحان بتنفيذ عمل المهندس المعماري بكفاءة.

٩.مفهوم التكامل في النظم الذكية :

من أكبر التحديات في تصميم وتشغيل تكنولوجيات المبنى الذكي هو تحقيق التكامل الفعال والتشغيل المتبادل بين تكنولوجيات إدارة المبنى المختلفة والتكنولوجيات الأخرى، وهذا ما أكده الدراسات بأن ذكاء المبنى لا يتحدد بمدى تطور التكنولوجيات المستخدمة في أنظمة المبنى المستقلة –**individual build ing systems** كأنظمة الإضاءة وأنظمة الأمن والأمان أنظمة الي **HAVC** ، لكن يقاس من خلال مدى ما حققه من تكامل بين أنظمة المبنى المختلفة.

فالتكامل هو نظام تشارك للمعلومات التي ترصد وتتحكم في مجموعة متنوعة من النظم والوظائف على المستوى الأمثل من الكفاءة، فهو الطريقة التي تحقق لملاك الفراغات الداخلية، وشاغليه أقصى قدر من الأداء المثالي للمبنى وتمكنهم من قياس جودة أداءه من خلال التكامل والتفاعل ومشاركة المعلومات بين نظم ومكونات المبنى المختلفة، والاستخدام للإنترنت، والبريد الإلكتروني وعقد المؤتمرات بواسطة الفيديو، لتؤدي في النهاية إلى رفع كفاءة المبنى، ويسهل نظام الإدارة المتكاملة للفراغات الداخلية وتحسين الاتصالات وزيادة الإنتاجية وخفض التكاليف وزيادة كفاءة الفراغات الداخلية وتسهيل عملية التكامل وتقديم البيئات المتقدمة .

التكنولوجيا الرقمية والوسائط الجديدة لها دور مهم في تحويل مجال العمارة الداخلية وتحسينه.

١.١.١٠. التصميم البارامترى والخوارزميات التوليدية:

أدى تطور التصميم الداخلى الرقمي إلى ظهور التصميم البارامترى والخوارزميات التوليدية. تمكن هذه الأدوات المصمم الداخلى من إنشاء تصميمات معقدة ومعقدة من خلال تحديد مجموعة من المعلومات والقواعد التي تقود عملية صنع النماذج. يسمح التصميم البارامترى باستكشاف اختلافات التصميم المتعددة بسرعة وكفاءة، مما يمنح المصمم الداخلى القدرة على تحسين تصميماتهم بناءً على معايير محددة مثل الاستدامة أو الأداء الهيكلي أو التفضيلات الجمالية(١٥).

١.١.١٠. مراحل التصميم بواسطه الخورزميات التوليدية :

يتم تحديد الهدف ثم جمع البيانات، وتحديد خوارزمية حدودية، وبعد ذلك يتم إنتاج حلول مختلفة باستخدام **Project Refinery** ثم دمج حل التصميم المحدد في نموذج **Revit** شكل (٨) (١٦).

٢.١٠. الواقع الافتراضي والمعزز:

أصبحت تقنيات الواقع الافتراضي (**VR**) والواقع المعزز (**AR**) مدمجة بشكل متزايد في مجال التصميم الداخلى الرقمي. يتيح الواقع الافتراضي للمصمم الداخلى والعملاء إمكانية السير فعليًا عبر المبنى قبل تشييده، مما يوفر تجربة واقعية شكل (٩)(١٧) . يقوم الواقع المعزز بتركيب المعلومات الرقمية على البيئة المادية، مما يسمح للمصمم الداخلى بتصور التصاميم داخل المساحات الموجودة واتخاذ قرارات تصميمية أكثر استنارة (١٨) .

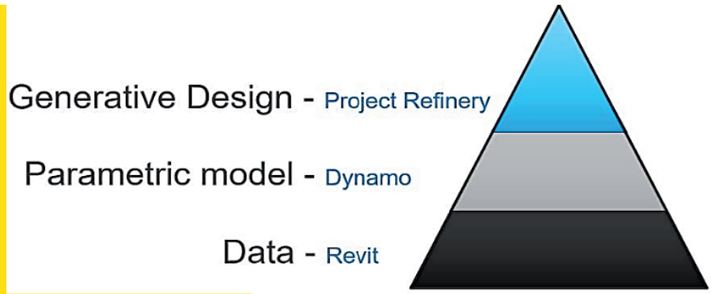
٣.١٠. الاستدامة وتحليل الأداء

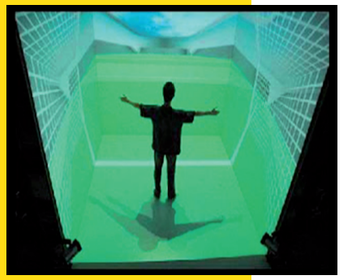
وقد لعب التصميم الداخلى الرقمي أيضًا دورًا حاسمًا في معالجة الاستدامة وتحليل الأداء. بمساعدة الأدوات الحسابية، يمكن للمصمم الداخلى محاكاة وتحليل عوامل مختلفة مثل استهلاك الطاقة، وضوء النهار، والراحة الحرارية، وتدفق الهواء داخل المبنى. يسمح هذا النهج المبني على البيانات بتحسين أداء البناء ودمج مبادئ التصميم المستدام من المراحل الأولى للمشروع شكل (١٠) (١٩)(٢٠) .

٤.١٠ المنصات التعاونية والحوسبة السحابية

لقد أدى التقدم في الحوسبة السحابية والمنصات التعاونية إلى تغيير الطريقة التي يعمل بها المصمم الداخلى معًا في المشاريع. تسمح أدوات التصميم المستندة إلى السحابة للمصمم الداخلى بالعمل في وقت واحد على نماذج مشتركة، مما يسهل التعاون في الوقت الفعلي ويقلل من حواجز المسافة والمناطق الزمنية. وقد فتح هذا فرصًا للتعاون الدولي والعمل عن بعد وزيادة الكفاءة في عمليات التصميم والبناء(٢١) شكل (١١&١٢) (٢٢).

مع استمرار تقدم التكنولوجيا، يحمل مستقبل التصميم الداخلى الرقمي إمكانيات أكثر إثارة. يمكن للذكاء الاصطناعي (**AI**)





شكل (8) يوضح المراحل الأساسية للتصميم الخوارزمى التوليدي

شكل(9) يوضح التصميم للواقع الافتراضي بواسطة التصميم الرقمي

(15)https://illustrarch.com/articles/16330-the-journey-of-digital-architectural-design.html
(16)https://www.autodesk.com/autodesk-university/es/article/getting-flow-generative-design-mep
(17)https://futuretechs2040.com/?p=972
(18)https://www.archdaily.com/tag/augmented-reality
(19)https://cadsoftsolutions.co.uk/blogs/blog/sketchup-for-students-of-architecture
(20)https://www.sketchup.com/products/sefaira
(21)https://vexxhost.com/blog/benefits-of-cloud-collaboration/
(22)https://oliverbuerkler.wordpress.com/2012/11/30/choosing-the-right-design-tool/

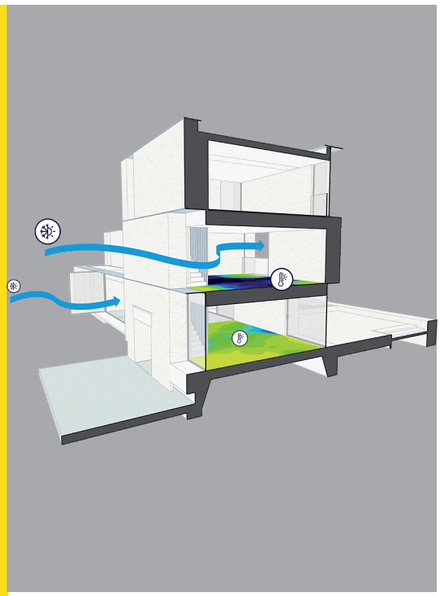
وخوارزميات التعلم الآلي مساعدة المصمم الداخلى في إنشاء خيارات التصميم، والتنبؤ بنتائج الأداء، وأتمتة المهام المتكررة. قد يؤدي دمج الروبوتات وتقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد في عمليات البناء إلى إحداث ثورة في طريقة تصنيع المباني، مما يجعل البناء أسرع وأكثر فعالية من حيث التكلفة واستدامة.

لقد أحدثت رحلة التصميم الداخلى الرقمي تحولًا في مجال العماره الداخلية، وزودت المصمم الداخلى بأدوات وتقنيات قوية لتصور تصميماتهم والتواصل معها وبناءها. من التصور بمساعدة الكمبيوتر والتصوير ثلاثي الأبعاد إلى **BIM**، والتصميم البارامتري، والواقع الافتراضي والمعزز، وتحليل الاستدامة، والمنصات التعاونية، أدى تطور التصميم الداخلى الرقمي إلى تعزيز الكفاءة والدقة والإبداع في الصناعة بشكل كبير. ومع المزيد من التقدم في الأفق، يعد مستقبل التصميم الداخلى الرقمي بتقديم المزيد من الابتكارات الرائدة لتشكيل مباني ومدن الغد.

النتائج:

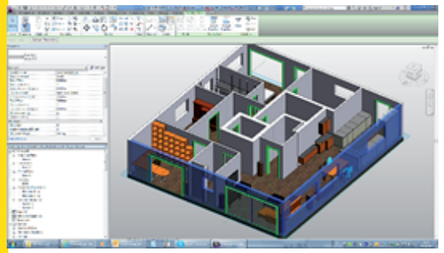
– لم تعد المهارات التصميمية التي يمتلكها المصمم الداخلى وقدرته على الإبداع هو المعيار الوحيد الذي يستطيع أن يصل بمشروعه الى أرض الواقع و حيز التنفيذ حيث أصبحت العملية التصميمة تبنى على عاملين أساسين و هما قدرة المصمم الداخلى على الإبداع من جهة و الإلمام بالتطبيقات الرقمية من جهة أخرى و التي يستطيع بها أن يطور فكرته التصميمية و ينقلها من الواقع الإفتراضي الى الواقع المرئي، وبالتالي تظهر الضرورة الحتمية لأن يكون المصمم الداخلى ملم بالأنظمة التقنية المتقدمة لمعطيات الثورة الرقمية بما ينعكس بالإيجاب علي مشروعه.

– سهلت تكنولوجيا التصميم الرقمي عملية التعبير عن التصميم لكن التأثير الكبير كان على عملية التصميم نفسها نتيجة استخدام البرامج المختلفة مما ساعد في نقل هذه الأفكار من خيال المصمم إلى حيز الواقع و من الإعتبارات الهامة لكفاءة و نجاح المشروع في مدى أداء المبنى للعمليات التقنية الرقمية



شكل(10) يوضح تصميم احدي الفراغات السكنية بواسطه برنامج sketch up **و إستخدام برامج التحليل**

شكل(11&12) يوضح سهولة مشاركه الملفات الخاصة بالتصميميات عبر المنصات Collaborative Platforms



بكفاءة عالية، فصار هناك تكامل بين عملية التصميم الداخلى و المنظومة الإنشائية و تكنولوجيا وأساليب البناء الرقمية في رفع الكفاءة الإنشائية و التصميمية للمبنى، مما أدى الى إطلاق الحرية لإبداع تشكيلات كتل غير مسبوقة.

– قدمت الثورة الرقمية إمكانات هائلة ساعدت في تطوير التكنولوجيا الرقمية وتطويعها لرسم لغات ومفردات جديدة للتشكيل المصمم الداخلى وهو ما جعل من عملية التصميم الداخلى عملية إبداعية من دون عوائق، وفتح أفاق جديدة أمام المصمم الداخلى للانطلاق والإبداع؛ مما أفرز تشكيلات تصميمية للفراغات الداخلية غير مسبوقة بالاستعانة بأحدث التقنيات البرامجية للحاسب الآلي.

التوصيات :

– العمل على تضيق الفجوة الرقمية فيما بيننا وبين العالم المتقدم فيما يتعلق بتكنولوجيا المعلومات وكذلك بين المجتمعات المحلية داخل المجتمع المصرى ذاته ومن ثم يجب العمل على توسيع استخدام تقنيات المعلومات.

– ضرورة سعي المعماريين إلى الاستفادة القصوى من جميع أوجه التطور التكنولوجي في عمل الفراغات الداخلية في جميع المجالات المتعلقة به، فيما يختص بالتصميم الداخلى من إيجاد لغات ومفردات جديدة لتشكيل الفراغات الداخلية لتتناسب مع روح العصر.

– ضرورة البحث في مستقبل العمارة الداخلية وماهيتها من خلال النظر في المتغيرات المجتمعية الرهيبة الحادثة والتي أنتجتها الثورة الرقمية وتطبيقاتها المختلفة، والتي غيرت من شكل الوظائف الأساسية لكثير من الفراغات الداخلية بالمباني، وكيفية التوافق المعماري مع متطلبات ذلك.

– ضرورة تحول المصمم الداخلى من مستخدم للتطبيقات التكنولوجية الرقمية في مجال العمارة الداخلية إلى المساهمة بالبحث والتطوير لتطبيقات الحاسب الآلي لخدمة أغراضهم التصميمية.

المراجع:

أولا المراجع العربية:

١. إيمان على الجهمى، (٢٠١٣)."عوامل تطبيق أنظمة المبانى الذكية فى شبه جزيرة سيناء " دراسه تحليلية لمنطقة وسط سيناء. رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، مصر .

2. حسن، محمد. (2004) ." البيئة المدرسية في عصر الثورة الرقمية" مقالة، المملكة العربية السعودية: مجلة البناء، عدد 164.

3. زينب محمود عبد السلام(2011). "دراسة تحليلية لنظم وتقنيات المبانى الذكية". رسالة ماجستير. قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة. جامعة اسيوط، مصر .

4. خالد محمود هيبة. (2013)." العمارة المعاصرة والتكنولوجيا: رؤية نقدية لتأثي ا رت التكنولوجيا الرقمية على التوجهات المعمارية السائدة مع مطلع القرن الحادي والعشرين" مقالة . مجلة كلية الهندسة جامعة أم القرى . عدد 5.

ثانيا: المراجع الأجنبية

5.Leach, Neil. 2002 .Introduction, Designing For a Digital World. USA: John Wiley & Sons LTD.

6.Shimaa Ashour,2019, Conference: The 13th International Conference - Innovation and TechnologyAt: Elmina university -Faculity of Fine Arts.

ثالثا: مواقع الانترنت

7https://www.almrsal.com/post/934752 تم الإطلاع علية بتاريخ 10/1/2024

8.https://www.archdaily.com/tag/augmented-reality تم الإطلاع علية بتاريخ 7/1/2024

9.https://www.sketchup.com/products/sefaira تم الإطلاع علية بتاريخ 12/1/2024

10.https://illustrarch.com/articles/16330-the-journey-of-digital-architectural-design.html تم الإطلاع علية بتاريخ 1/2024/ 1

11.https://medium.com/autodesk-university/getting-into-the-flow-of-generative-design-for-mep-325777133ef6 تم الإطلاع علية بتاريخ 1/1/2024

12.https://illustrarch.com/articles/16330-the-journey-of-digital-architectural-design.html تم الإطلاع علية بتاريخ 28/12/2023

13.https://www.planradar.com/ae/bim-advantages-improving-productivity-building-lifecycle/ تم الإطلاع علية بتاريخ 10/1/2024

14.https://www.archdaily.com/888727/what-is-bim-and-why-does-it-seem-to-be-fundamental-in-the-current-architectural-design تم الإطلاع علية بتاريخ 11/1/2024