الهندسة الكسيرية وتأثيرها على التصميم الداخلى للمتاحف الرقمية

أ.د. أشرف حسين إبراهيم
أستاذ التصميم البيئى
قسم التصميم الداخلى والأثاث
كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان
ashrahus@gmail.com

أ.م.د. دينا فكرى جمال إبراهيم
أستاذ مساعد
قسم التصميم الداخلى والأثاث
كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان
dinafekry@hotmail.com

م. هدير محسن خليفة والي
قسم التصميم الداخلى والأثاث
كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان
hadeermohsenkhalifa@gmail.com

المستخلص:

ظهرت الهندسة الكسيرية كاتجاه مُمتد من نظرية الفوضى التى تبحث فى ما وراء الطبيعة و هو دافع غريزى لحب الإنسان للطبيعة (بَيوفيليا) وفى السنوات الأخيرة ظهر فى مجال الرياضيات أساليب جديدة فى التفكير ومع دخول الخوارزميات التى ساعدت فى توليد الأشكال الكسيريه وظهور ثورة تكنولوجيا المعلومات الرقمية تطور علم الهندسة الكسيرية. لذا يتجة البحث إلى دراسة علم الهندسة الكسيرية و التحكم فى الشكل و التصميم الداخلى للمتحف الرقمى من خلال تكنولوجيا التصميم الرقمى و التقنيات المستخدمة في إنتاج أساليب عرض رقمية لمقتنيات المتحف .اى إنتاج تصميمات للهندسة الكسيرية بالمتاحف الرقمية ليست قائمة على القيمة الشكلية فقط بل استخدامها رياضياً بالأستعانة بتكنولوجيا

تاريخ استلام البحث: ٢٠٢٣/٥/٠٤ تاريخ إجازة البحث: ٢٠٢٣/٥/١٣

التصميم الرقمى مع مراعاه الاعتبارات التصميمة لأساليب العرض الرقمية التفاعلية فى المتاحف الرقمية. لتسهيل عملية التصميم و توفير الوقت عن طريق إدخال محددات التصميم لمحاكاة ذلك من خلال تكنولوجيا التصميم الرقمى. و تقديم حلول قائمه على الهندسة الكسيرية فعالة في التصميم الداخلي للمتحف الرقمى لتلبية الغرض منه ولأن يصبح أساسًا للبحث في المستقبل.

الكلمات المفتاحية:

الهندسة الكسيرية؛ التصميم الرقمى؛ المتحف الرقمى.

تمهيد:

نجد أن كل ما فى الكون يمكن تجريدة وتحليله إلى أشكال هندسية منتظمة و تكرارية تحكم الكون ولها قوانين مُطلقة و تندرج تحت مُسمى الهندسة الإقليديه (التى تستخدم أشكال منتظمة مثل الدائرة – المربع – المكعب – وغيرها من الأشكال المنتظمة) .

ثم ظهر أنماط هندسية غير منتظمة لا يمكننا معرفة كيفية حدوثها و أسبابها و هى الهندسة اللا إقليديه و عند تحليل هذة الاشكال و تجريدها نصل فى تكوينها لمجموعة من النقط لها إحداثيات فى الفراغ المطلق و الكون. فالرياضيات التى تحكم وجود هذة النقط فى الفراغ و التحكم بها رياضياً من معادلات معقدة تسمى بالهندسة الكسيرية (الهندسة الجزيئية أو هندسة الفراكتال) التى تهتم بالبحث فى المكونات الجزئية للأشكال الطبيعية وفقاً لخصائص رياضية وأهمية ذلك فى إثراء العملية التصميمية و دراسة البيئة المبنية ذات البنية المعقدة التى كان يصعب إدراكها .

ومع ظهور الثورة التكنولوجية و تقدم علوم الحاسب الألى و البرمجة ظهرت تكنولوجيا التصميم الرقمية التى سهلت بدورها عملية تمثيل التصميم و توليد الشكل الكسيرى كما ان استخدام هذة التقنيات الحديثة في التصميم الداخلى أصبح الأن أمراً أساسياً يجب الحرص علي تعميمه في المباني في مصر ، و خاصة في المتاحف الرقمية. فكثافه المتاحف Density Museum تعتبر واحدة من اهم معايير تقييم المدن و جودة الحياه فى المدن .والمتحف الرقمى يمثل كياناً مادياً لعرض المقتنيات المتحفية و مدى تأثير الوسائل والتقنيات التكنولوجية الحديثة على عملية إيصال المعلومات بطريقة سهلة و توجيه الزائر داخل المتحف واختصار الوقت و الجهد.

مشكلة البحث :

و تتمثل مشكلة البحث فى الإجابة على السؤال التالى:

• كيف يمكن الوصول إلى حلول تصميمية للفراغات الداخلية للمتاحف الرقمية المحلية قائمة على الهندسة الكسيرية بأستخدام تكنولوجيا التصميم الرقمى ؟

هدف البحث:

يهدف البحث إلى:

• رصد و تحليل لمفهوم الهندسة الكسيرية من خلال تطبيقاتها فى العمارة و تأثيرها فى التصميم الداخلى .

• استنباط منهجية جديدة للتصميم تكون قائمة على مفهوم الهندسة الكسيرية لأستحداث أفكار جديدة مُستلهمة من الطبيعة .

• السعى نحو مواكبة تشكيلات الفراغات الداخلية للمتاحف الرقمية المحلية بالأساليب التصميمية للهندسة الكسيرية .

أهمية البحث :

• استغلال إمكانيات برامج الحاسب الألى و الخاصة بالهندسة الكسيرية و توظيفها للحصول على العديد من الحلول التصميمية لتوفير الوقت.

• محاولة وضع منظومة لتطوير التصميم الداخلى بشكل أكثر مرونة وأكثر تطوراً بعيدا عن محددات التصميم التقليدية.

• الوصول إلى فكر جديد فى التصميم باستخدام برامج الحاسب الألى الخاصة بالهندسة الكسيرية للحصول على العديد من الحلول التصميمية.

مجال البحث :

الهندسة الكسيرية- المتحف الرقمى.

منهج البحث:

يعتمد فى إجراءاته على :

• المنهج الوصفى التحليلى: من خلال وصف وتحليل أعمال تطبيقية قائمة على مفهوم الهندسة الكسيرية والتركيز على أحدث التقنيات والأساليب الحديثة وإظهار دورها فى تطوير تصميم المتحف الرقمى.

الدراسات السابقة:

١- أمل عبد الخالق محمود.(١٩٩٥). "أساسيات التصميم الداخلي لمتاحف الفنون التطبيقية ب ج.م.ع". رسالة ماجيستير:(قسم التصميم الداخلى والأثاث- كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان).

وكان من أهم نتائجها استخلاص مايلى- :

- دراسة أساسيات تصميم الحيز الداخلي للمتحف وقاعات العرض به مع الحفاظ على مرونه فراغ العرض المتحفى بشكل يسمح بالامتداد الأفقى والرأسى وجميع الاتجاهات.

٢- بركات، إسراء حسنى.(٢٠١٦). " أثر استخدام التصميم الداخلي التفاعلي على قاعة متعددة الأغراض بالمركز الثقافي". مجلة التصميم الدولية. وكان من أهم نتائجها استخلاص مايلى- :

- الاهتمام بمعالجةالتصميم الداخلي للقاعات متعددة الأغراض،ودراسةالتكنولوجيا التفاعلية التى أدت إلي تغيير إدراك الأسطح المكونة للفراغ الداخلي للقاعات والتفاعل معها.

٣- سلوى يوسف عبد البارى ، أسماء عبد الجواد.(٢٠١٦). " استلهام شبكات تصميمية مستوحاة من إتجاه الهندسة الكسرية لتصميم الأثاث ". مجلة التصميم الدولية. وكان من أهم نتائجها استخلاص مايلى- :

- دراسة تحليلية للمفهوم الفلسفي للهندسة الكسرية من وجهه نظر معمارية.
- استلهام واستنباط نظم شبكية تصميمية مستوحاة من إتجاه الهندسة الكسيرية لتطبيقها في مجال تصميم الأثاث.

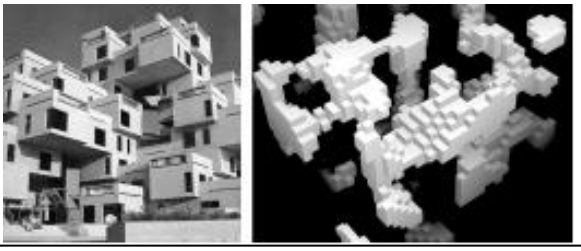
الخطوات الإجرائية للبحث Research Procedural Steps

١- الهندسة الكسيرية Fractal geometry

٢- المتحف الرقمى Digital Museum

أولاً: الهندسة الكسيرية Fractal geometry:

هى تلك التراكيب الهندسية فى الأشياء الطبيعية ،وهذة التراكيب لها خصائص تميزها عن غيرها من الأبعاد الهندسية ، وهى بذلك ترتبط بالبحث فى الكسيريات (الأجزاء) الصغيرة بل المتناهيه فى الصغر المكونه لتلك الأشياء فى الطبيعة فهى تشمل على ملامح مفهوم اللانهائية.و يبدو ذلك فى التصميم المعمارى والداخلى كما فى صورة رقم (١).



صورة رقم (١) مبنى سكني صممه موشيه سافدي في عام ١٩٦٧ في معرض إكسبو الدولي. و النموذج الأيمن تصورله باستخدام الكمبيوتر.

https://www.fractal.org/Bewustzijns-Besturings-Model/Fractals- Useful-Beauty.htm

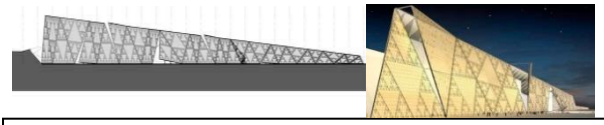
وتتسم أشكال الهندسة الكسيرية بالأتى :

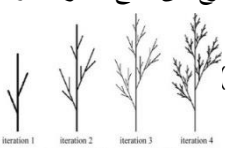
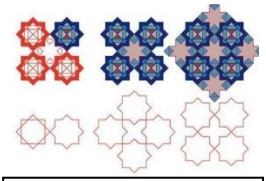
١- أشكال هندسية غير منتظمة تتكون من أجزاء لا نهاية لها متداخلة بمختلف القياسات تنتج من تكرار المعادلات اللاخطية.

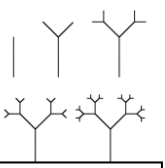
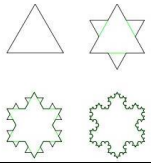
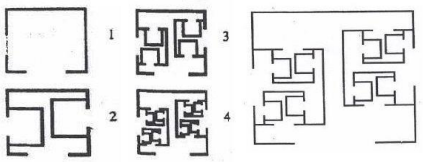
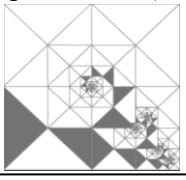
٢-أشكال هندسية نتجت نتيجه تطبيق بعض القواعد الرياضية عليها و هذة القواعد تأخذ الشكل الأساسى و تنقله من خطوة الى خطوة اما بالاضافه اليه او بتطويرة بتكرارات لا نهائية.

٣- أشكال هندسية تنتج من تقسيم الشكل الأساسى الى اشكال صغيرة وكل جزء صورة مصغرة من الشكل الأساسى. (مى محمد،٩٥،٢٠١٧)

جدول (١) خصائص الهندسة الكسيرية

	تعريف خصائص الهندسة الكسيرية
التشابه الذاتى (self-Similarity)	هى خاصيه من أهم خصائص الهندسه الكسيرية والتى فيها يتكون الشكل النهائى من تكرار أجزاء صغيرة منه تُشبهه تماماً إلى ما لا نهايه بأختلاف القياس وذلك يؤدى إلى تشابه الجزء مع الكل. فكلما زاد التكرار ظهر التعقيد فيصعب علينا تمييز أصل الشكل. **يتبين ذلك حولنا فى كل مكان كسلاسل الجبال وأوراق الأشجار والمجرات صورة(٢)،(٣)،(٤)،(٥) كما نجد ذلك فى بعض تصميمات الأثاث المستوحى من الطبيعه صورة رقم(٧)وعند تحليل بعض التصميمات المعمارية والداخلية صورة (٦)،(٨)،(٩)** **صورة رقم (٥) صورة رقم (٤) صورة رقم (٣) صورة رقم (٢)** صورة رقم (٦) مبانى وسط مدينه مونتريال من أنماط التشابه الذاتى مستوحى من الطبيعه سلاسل الجبال صورة (٢). صورة رقم (٧) من أنماط التشابه الذاتى فى تصميم كرسى مستوحى من الطبيعه النباتات صورة (٣) صورة رقم (٨) سلم داخلى حلزونى الشكل من أنماط التشابه الذاتى مستوحى من صورة رقم (٩) تصميم داخلى لمطعم ظهر على جدرانه خاصيه التشابه الذاتى مستوحى من ورق الشجر صورة(٥) وهناك ثلاثة أنواع من التشابة الذاتى: أ- التشابة الذاتى التام (متطابق ، مثالى) : هو أقوى نوع من التشابهة الذاتى وفيه يكون الكسيريات متطابقة بمقاييس مختلفة . وغالباً الفراكتلات ذات التشابهة الذاتى التام تعتمد على نظام التوابع التكرارية كما فى صورة رقم (١٠) .  صورة رقم (١٠) التشابه الذاتى التام بمثلث سيربينسكى بواجهه المتحف المصرى الجديد

التشابه الذاتى (self-Similarity)	ب- التشابة الذاتى شبة التام (ظاهرى، غير مثالى) : هو أحد أنواع التشابة الذاتى الأقل تقييضاً و تحتوى الكسيريات من هذا النوع على نُسخ مشوهة . والكسيريات ذات التشابهة الذاتى شبة التام تعتمد على أستخدام العلاقات التكرارية كما بصورة رقم(١١) ويتوافق هذا النوع مع الكسيريات التي وجدت فى الطبيعة.  صورة رقم (١١) التشابه الذاتى شبه التام يظهر فى تصميم مشروع محطة قطار ليبسون ويقع بالقرب من نهر تاجوس. ج- التشابة الذاتى الإحصائى: هو أضعف نوع من أنواع التشابة الذاتى. و فية تحتفظ الكسيريات بالخصائص العددية والإحصائية فقط عبر جميع المقاييس كما بصورة رقم (١٢). (مى محمد،٢٠١٧،٩٥) صورة رقم (١٢)من أمثلته شجرة تم أنشائها بواسطة الكمبيوتر عن طريق حد الأنتشار
قاعدة الإحلال	عند إنشاء Fractal محدد و بتطور العملية التكرارية عن طريق معادلات رياضية محددة ينشأ العديد من الفراكتلات و بأستخدام قاعدة الإحلال يمكن أن تحل أحد التكوينات محل الُأخرى حتى يصبح الشكل أكثر تعقيداً. كما فى الزخارف الإسلامية كما فى صورة رقم (١٣). (Bovill, 1996,28)  صورة رقم (١٣) توضح قاعدة الإحلال فى الزخارف الإسلامية
البُعد الكسرى	تحتوى الأشكال الهندسية إما على أشكال منتظمة يمكن دراستها بأبعاد صحيحة منتظمة(كالدائرة و المربع) أو أشكال كسورية غير منتظمة و لها بُعد رابع و يمكن دراستها بأبعاد كسورية . فهى أبعاد توضح درجة عدم أنتظام الشكل و تكوينة بزيادة عدد مرات التكرارية فهو يمثل قياس مدى تعقد الشكل و أمتلاءة بالتفاصيل .
قابلية التوسع اللا نهائى	يقع المنحنى الخاص بالأشكال الكسيرية فى البُعد الرابع وهي أشكال معقدة نتيجة تداخل وتكرار الأشكال بعدد لا حصر له وبمقاييس مختلفة فتصبح مليئة بالتفاصيل والنقاط اللا نهائية.

	وهناك نوعين من التوسع هما: ١-قابلية التوسع خارج حدود الشكل (النمو). كما فى صورة رقم (١٤). ٢-قابلية التوسع ضمن تفاصيل الشكل نفسه (التفصيل) كما فى صورة رقم (١٥).  صورة رقم (١٤) توضح قابلية التوسع خارج حدود الشكل.  صورة رقم (١٥) توضح قابلية التوسع ضمن تفاصيل الشكل.
التكرارات الهندسية المتداخله	تتميز الهندسة الكسيرية بأنها هندسة تكرارية فعملية التكرار الهندسى وفق قاعدة محددة تُظهر الجوانب الجمالية لها و الجانب الإبداعى فى التصميم و تتنوع أنواع التكرارات الهندسية التى بدورها يمكن إنشاء أشكال كسيرية ذات درجة عالية من العمق التنظيمي و تصميمات مختلفة و من أنماط التكرارت الهندسية (تكرار الهيئات- تكرار الحجم- تكرار الملمس – تكرار اللون - تكرار الأتجاه - تكرار الوضع – تكرار الجاذبيه - تكرار الإنعكاس) كما فى صورة رقم (١٦).  صورة رقم (١٦) محاكاة كسيرية لعمارة باميليك(في الجزء الغربي من الكاميرون تقع الأراضي العشبية الخصبة) من التكرار الأول إلى الرابع .
الحساسية للشروط الأولية	وهي اعتماد الحدث بشكل حساس جدا على الشروط الأولية المحيطة به، بحيث يمكن أن يتغير بشكل تام في حال حدوث تغيير بسيط في معطياته الأولية.
النشوء	هو عملية تشكل نمط معقد من مكونات بسيطة وتعني ظهور وظيفة معينة اعتماداً على مكونات بسيطة في حد ذاتها غير قادرة على القيام بالوظيفة لكن تعطي نظاماً يكون وظيفياً أكثر من جملة مكوناته، والتي تعبر عن أن الشكل الكسيري ليس فقط مجموعة من الأشكال المكررة وإنما هو مجموعة هذه الأشكال إضافة للنظام المنبثق بشكل مفاجئ والذي يربط هذه الأشكال ببعضها.
التناظر الكسيري	هو أنه تكرار شكل على محور خطي أو حول نقطة معينة وتطور إلى مفهوم آخر وهو الإيقاع. ويتواجد التناظر بكثرة في الطبيعة وخاصة التناظر الثنائي،ويختلف التناظر الكسري عن مفهوم التناظر العام، فالتناظر في الطبيعة ليس متماثلا ولكنه معقد ويطلق عليه اسم التناظر الكسيري وهو يختلف عن التناظر حول محور أونقطه كما فى صورة رقم (١٧) . (Bovill, 1996,28)  صورة رقم (١٧) التناظر الكسيرى.

وهذا يقودنا إلى تحقيق المبادئ الأساسية للهندسة الكسيرية فى التصميم:

١- **الوحدة:** فعملية التكرار التى تُعد من خصائص الهندسة الكسيرية تساعد فى توحيد التصميم.

٢- **الانسجام والتوازن**: حيث من أهم خصائص الهندسة الكسيرية التشابه الذاتى الذي عادة ما ينقل لنا الإحساس بالانسجام وعند استخدام أحجام مختلفة تحقيقاً لعملية التشابه الذاتى فيبدو التصميم متوازن وبسيط. (إيمان،٩٢،٢٠١٧)

٣- **التفاصيل**: عند استخدام خاصيه القابلية للتوسع اللا نهائى فى تصميم الأشكال فإن التصميم يبدو متجانس ودقيق ومكون من عناصر دقيقه الحجم فيتجلى ثراء التفاصيل.

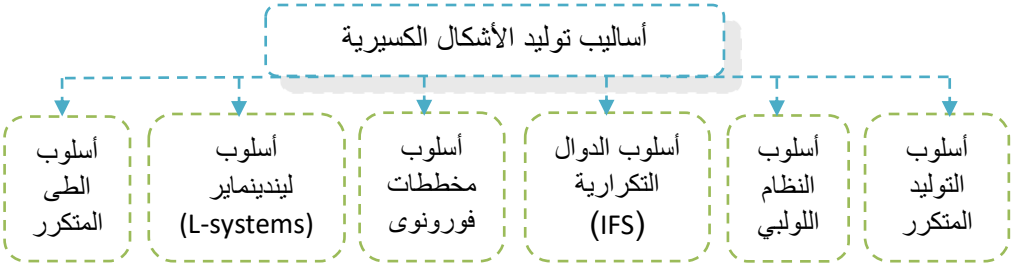
٤- **النقطه المحورية :** حيث يبدأ التصميم من شكل مبسط يمكن ان يكون محور تنشأ حوله خصائص الهندسة الكسيرية مما يجعل التصميم لا يحتوى على الملل.

٥- **الإيقاع :** يتمحور الإيقاع حول تكرار النمط البصرى فهو استمرار او تكرار لنمط ما وهى من خصائص الهندسة الكسيرية فعملية التكرار و الأنتقال تساعد على الحركه .

٦-**توليد الشكل:** يتولد من تكرار المعادلة (المولد الأساسي للشكل) أو تكرار الشكل في جميع مقاييس الشكل الكلي.

٧-**الفوضى:** هى جزء من عملية توليد الشكل.

أساليب وطرق توليد الأشكال للهندسة الكسيرية:



مخطط توضيحى رقم (١) لأساليب توليد الأشكال الكسيرية - عمل الباحثه

١- أسلوب التوليد المتكرر:

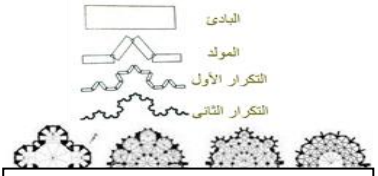
هو نظام بسيط أولى فهو الأكثر شيوعاً فى توليد الأنماط الكسيرية المنتظمه ويحتاج إلى ثلاثة عناصر أساسيه قبل البدء بعملية توليد نمط كسيرى وهم:

أ- البادئ :(initiator) وهو شكل البداية حيث يتم خلق شكل معين فى البداية.

ب- المولد (generator): هو مجموعة من النسخ المقاسة من البادئ. (إيمان،٢٠١٧،٩٢)

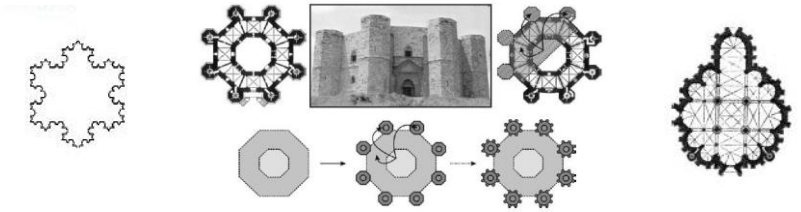
ج- اتجاه المولد: حيث يمكن أن تكون المولدات متغيرة في الاتجاه كمابصورة رقم(١٨),(١٩) .

صورة رقم (١٨)مراحل التوليد لمنحنى مينكوفسكي بأسلوب التوليد المتكرر ويتضح ذلك فى المسقط الأفقى لكاتدرائية ساليسبري



صورة رقم (١٩) مراحل التوليد لمنحنى كوخ كاتدرائيه شيفتس في سانت دينيس.

ويستخدم فى إنشاء واجهة،مسقط أفقي،تكوين ثلاثي الأبعاد كما بصورة رقم (٢٠)



صورة رقم (٢٠) التوليد الشكلى بقلعه ديل مونت-كنيسة السيدة العذراء ، تريفيس

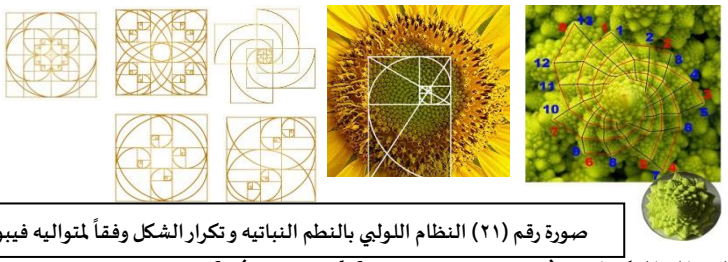
٢- أسلوب النظام اللولبي Phyllotaxis:

هذا النظام يعتمد على التوسع و نمو الشكل لولبياً و يظهر فى توزيع الأوراق بالنطم النباتيه من خلال تكرار الشكل وفقاً لمتواليه فيبوناتشى كما بصورة رقم (٢١) على ثلاثه مراحل وهى:

أ-التوسع : و فيه ينمو الشكل و يكون مشابهاً لولب فيبوناتشى.

ب-التكرار الهرمى : وفيه يكون النسبه فى الحجم بين الشكل و الشكل السابق له هرمياً مساويه للنسبه الذهبية. (إيمان،٢٠١٧،٩٢)

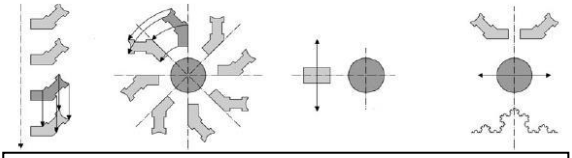
ج- تكرار عدد من العناصر: و فى كل مرحله هرمية يتكرر عدد من العناصر وفقاً لتسلسل الأعداد بمتوالية فيبوناتشى.



صورة رقم (٢١) النظام اللولبي بالنطم النباتيه و تكرار الشكل وفقاً لمتواليه فيبوناتشى

٣- أسلوب الدوال التكرارية (iterated function system) ifs:

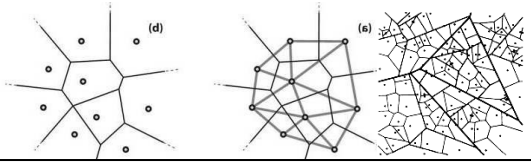
من النظم الشائعه ينشأ من تكرار نسخ من الأصل و اتحادهم مع تصغير النسخه الأصلية بعدد لا نهائى فى اتجاهات مختلفه. وبتكرار التحولات التى تطرأ علي هذة النسخ ينتج أنماط غاية فى التعقيد . ولكن هذة التحولات التقليصية لا تحافظ على التشابه تماماً حيث تسمح بالانعكاس والمقياس والانسحاب والانتقال والتدوير كما فى صورة رقم (٢٢) ويُسمى ذلك رياضياً بإسم التحول الخطي النسبي . علاقه انعكاس علاقه مقياس علاقه دوران علاقه انتقال



شكل (٢٢) صور التحولات التى تطرأ على نسخ التكرارات

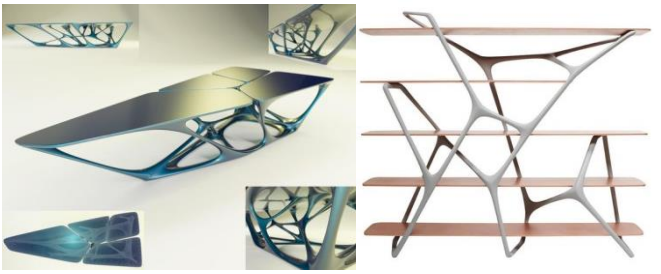
٤- أسلوب مخططات فورونوى Voronoi Diagram:

سُميت بهذا الأسم نسبه إلى George Voronoi فهو أول من لاحظ هذة المخططات من خلال توزيع الخلايا بالكائنات الحية ويتم فيه تقسيم المستوى إلى مناطق وذلك بناءاً على مجموعه من النقط الأساسية ويتم تكرار العملية بتوزيع نقط جديدة داخل كل نقطه بالمنطقه. وبذلك نحصل على شبكه نتيجه تكرار العملية بشكل مستمر كما بصورة رقم (٢٣)



صورة رقم (٢٣) مراحل تكرار فورونوى و تقسيم النقط (Bovill, 1996,28)

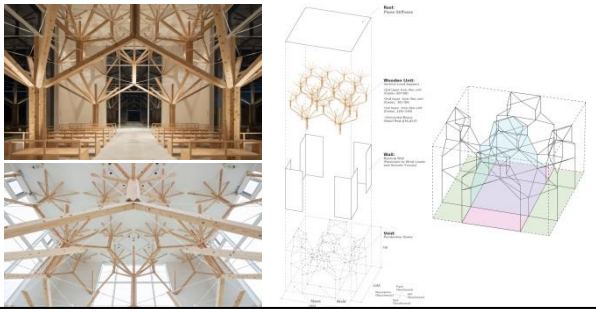
فيتضح فى الاشكال الكسيرية التى تولد بأسلوب مخطط فورونوى خاصية التشابه الذاتى شبه التام نتيجه لعملية التكرار التى لا تعتمد على الشكل نفسه بل على عملية تقسيم المناطق كما في صورة رقم (٢٤).



صورة رقم (٢٤) التوليد بأسلوب فورونوى فى تصميم الأثاث.

٥- أسلوب ليندينماير (L-systems) :

هونظام برمجى من أهم النُظم الشائعة في البرامج المعاصرة . فهو عبارة عن مجموعه من القواعد لإعادة صياغه البيانات وذلك لمعرفه العناصر المعقدة و استبدالها بأجزاء من عناصر بسيطه وتعتبر من أهم طرق توليد الانماط الكيسيرية. ثم تم تحويل هذا النظام الكتابى إلى رسومات باستخدام أداة رسم تسمى turtle أو Logo style turtle فاستخدمت فى نظم البرمجه و الأشكال الكسيرية. تعتمد على البادئ و تطبيق مجموعه قواعد رياضيه يتم تحديدها عند بداية عملية التكرار كما فى صورة رقم (٢٥).

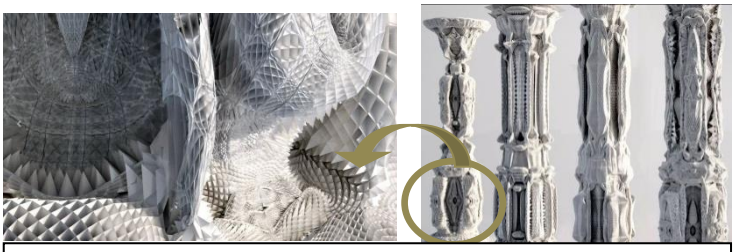


صورة رقم (٢٥) يوضح تطور الشكل وفقاً قاعدة ليندينماير لكنيسة يابانية خشبية بنظام تُعرف باسم "أوورا-تنشودو".

٦- أسلوب الطى المتكرر Recursive Origami:

فن الطى المعروف عنه هو طى الورق الذى نحصل منه على أشكال مختلفه بينما أسلوب الطى المتكرر هو تكرار لعملية الطى فينتج أشكال أكثر تعقيداً يمكن ان تكون متشابهه ذاتياً كما يمكن ان تكون غير متشابهه ذاتياً بينما عملية الطى هى دائماً نفسها لذلك فالتشابه الذاتى فى العملية و ليس الشكل .

عمل المعمارى ومبرمج الكمبيوتر ميشيل هانسمير (Michael Hansmeyer) على إنشاء نوع جديد من التعبير المعماري من خلال الطى باستخدام الحاسب فرياضيات الخوارزميات يمكنها أن تعالج العمليات ذات التعقيد التي تمنع اتباع نهج يدوي. كما يمكن للخوارزميات توليد تبادلات لا نهاية لها وذلك بتغيير بسيط في أي من المدخلات حيث يمكن استخدامها بشكل متكرر في تحسين المخرجات على المستوى الوظيفي والجمالي وحصل هانسمير على النتيجه كما بصورة رقم (٢٦)



صورة رقم (٢٦) بناء أعمدة بأسلوب الطى المتكرر للمعمارى ميشيل هانسمير باستخدام الكمبيوتر عام ٢٠١٠م

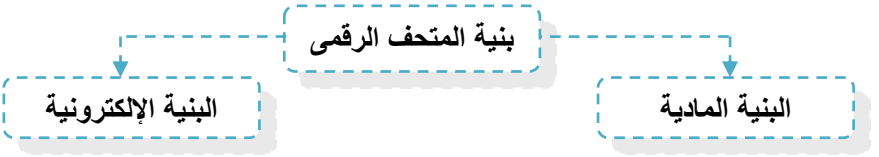
ثانياً: المتحف الرقمى Digital Museum :

هو فراغ له واقع مادى يتم فيه التكامل بين الأبعاد المادية للفراغ والأبعاد الإليكترونية دون إلغاء إحدهما للأخر ، يمكن ان نطلق على هذا النموذج الجديد للحيز الداخلي النموذج التفاعلي interactive space ،وأبعاد بنية الفراغ تنقسم إلى:

١- البنية المادية للفراغ: وهي مايشتمل عليه من حوائط وأسقف وأرضيات بما يشتمل عليه من وحدات تأثيث خاصة بكل نشاط على حده.

٢- البنية الإلكترونية: للفراغ وهي تنقسم إلى:

مفردات تكوين مادية : وهي عبارة عن الأسلاك والمعدات ووحدات الاتصال المسئولة عن نقل المعلومات مفردات تكوين إليكترونية : وهي عبارة عن مجموعة من القوانين والبرامج التي تتمم عملية التفاعل وعملية التنقل وتلقي الأوامر.



مخطط توضيحى رقم (٢) لبنية المتحف الرقمى - عمل الباحثه

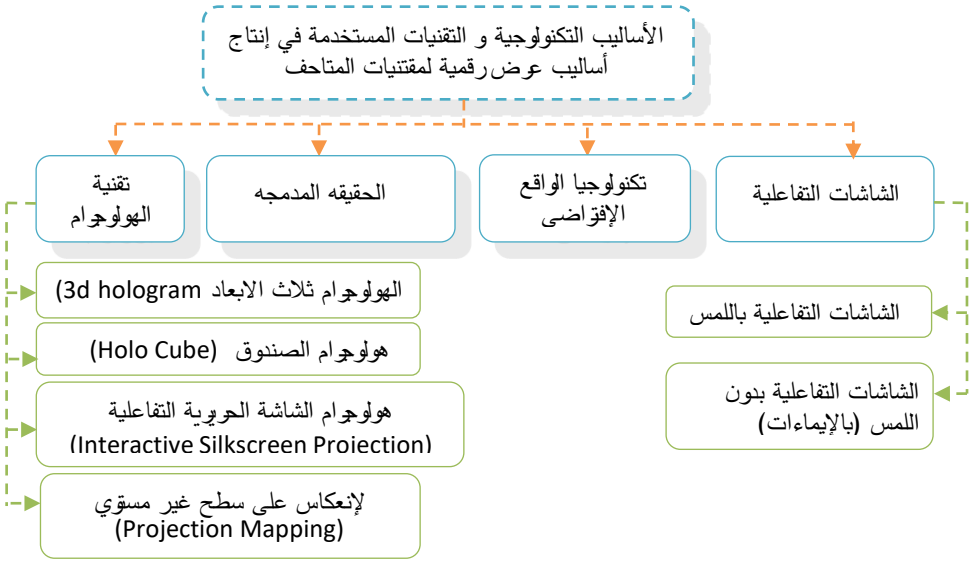
مفهوم المتحف الرقمى

- هو مساحه لعرض التراث الحضاري والتاريخي الإنساني والطبيعي بأساليب شيقة وممتعة.
- فالغرض الاساسي من المتحف هو توصيل معلومة ما من خلال المعروضات سواء كانت هذه المعروضات حقيقية أو رقمية ، تقليدية ثابتة أو تفاعلية (العرض الرقمى- المجسمات ثلاثية الأبعاد التفاعلية (الهولوجرام)- شاشات العرض التفاعلى). (محمد سالم،٨٣، ٢٠١٠)

تطبيقات تكنولوجيا الأنظمة الرقمية فى حيزات العرض الداخلى للمتاخف الرقمية:

مع ظهور الثورة التكنولوجية الرقمية الحديثة التي إجتاحت كل معالم الحياة المعاصرة، فقد أصبح يعتمد التصميم عليها بشتى المجالات وقد إمتد ليشمل كافة مفردات وتفاصيل فراغات المتاحف و المعارض من حيث أساليب التصميم و التنفيذ لتحقق أهداف جمالية و وظيفية والتي ساهمت بدورها على امتاع الزوار من جميع الفئات .

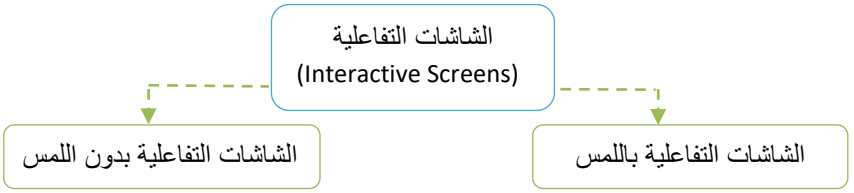
فمع ظهور الأجهزة المتقدمة ساهم ذلك في توفير فراغات عرض تحقق الإتصال المطلق مع الزوار. حيث يتمكن الزائر من التفاعل الكامل مع المعروضات، كما يقوم مصممو المتاحف على تدعيم الفراغ بمختلف أنواع الوسائط المتعددة Multimedia بدءاً من أبسطها مثل إسقاط الصور الثابتة ، أو عروض الفيديو وصولاً إلى العروض التفاعلية. وهنا سيتم عرض بعض من أنواع التصميمات الثابتة و المتحركة و التفاعلية المعتمدة على التكنولوجيا الحديثة والوسائط المتعددة التي تستخدم في خلق فراغات المتاحف.



مخطط توضيحى رقم(٣) للأساليب التكنولوجية المستخدمة في إنتاج آساليب عرض رقمية لمقتنيات المتاحف-عمل الباحثه

١ – الشاشات التفاعلية Interactive Screens:

تسمح هذة التقنية للزائر بأن يتفاعل مباشرة مع كثير من الأنواع المختلفة لشاشات العرض، التي تجذب انتباههم ، وتوظف شاشات العرض الصوت والصورة المتحركة على الأرضيات والجدران والنوافذ في المتاحف الأثرية وشاشات عرض البلازما، بحيث تجذب الزوار لتدخلهم إلى مستوى اخر، وكأنهم جزء من المعروض من خلال مجسات الحركة وتضيف هذة التقنية درجة عالية من الابتكار ، والتسلية و جذب الانتباه بطريقة أكثر ذكاءاً من الطرق التقليدية عن طريق اللمس، أو عن طريق التفاعل عن بعد . (بركات،٧٦،٢٠١٦) وتنقسم الشاشات التفاعلية إلى:



مخطط توضيحى رقم (٤) لأنواع الشاشات التفاعلية - عمل الباحثه

أ- الشاشات التفاعلية باللمس : -

هذا هو النوع الأكثر استخداماً في عصرنا الحالي، فكرة هذة التقنية مبنية على أساس الكهرباء الاستاتيكية بجسم الزائر، فالجسم يعتبر ناقل للكهرباء ويكتسب شحنات كهربائية من خلال حركتة وتفاعله مع الأرض، هذة الشحنات الخفيفه يمكن ملاحظتها باحتكاك أجزاء من جسمك بقطعة قماش ثم تلامس جسماً آخر فتلاحظ حدوث صعقة كهربائية بسيطة. و لوح شاشة اللمس يتم تصميمها من عدة طبقات تكون الطبقة العليا عبارة عن زجاج فاصل، والسطح الداخلي موصل بجهد كهربائي بسيط، وعندما يلمس المستخدم الشاشة بأصبعة فإن الجهد الكهربائي على اللوح يتأثر بشكل طفيف بواسطة الكهرباء العالقة في أصبع المستخدم ، ويتم تحديد موضع اللمس بالضبط،ثم ترسل المعلومات مباشرة إلى المعالج في الجهاز ليتم الإستجابة الفورية لهذة اللمسة. وتتميز هذة التقنية بأنها أكثر إستجابة و لا تتطلب الضغط وإنما فقط اللمس الخفيف ، ويمكن تطبيق اللمس المتعدد والايماءات الحركية على الشاشة بسهولة.

ب- الشاشات التفاعلية بدون اللمس (بالإيماءات) : -

غيرت التكنولوجيا الشاشات التفاعلية من شاشات تفاعلية باللمس إلى شاشات تفاعلية بأجهزة إستشعار تستطيع أن تعرض محتوى ديناميكي تفاعلي متعدد الوسائط، وتعتمد هذة التقنية على كاميرا قائمة على تتبع الجسم، ونظام تكنولوجي وأجهزة استشعار للتعرف على هذة الإيماءات، والتفاعل مباشرة مع حركة المستخدم.

مثال لتطبيق الشاشات التفاعلية باللمس بالمتاحف الرقميه :

شاشة ٥٦ بوصة تعمل باللمس حيث يقوم الزائر بتمرير عدسة مكبرة على الشاشة فوق رسم توضيحى لجسم الانسان كما فى صورة رقم (٢٧).

صورة رقم (٢٧) يوضح شاشة تفاعلية باللمس توضح تشريح جسم الانسان بمتحف العلوم والتقنية بالمملكة العربية السعودية.
http://m.chariotdisplay-ar.com/interactive-wall-projection/interactive-wall-game.html

جدول (٢) تطبيق الأساليب التكنولوجية (الشاشات التفاعلية) في إنتاج أساليب عرض رقمية لمقتنيات المتحف

اسم المتحف	متحف العلوم والتقنية بالمملكة العربية السعودية.
نوع الاتصال المستخدم	اتصال أحادى حيث يكون الاستخدام لزائر واحد فقط.
التقنية المستخدمه	العرض على شاشة تفاعلية .
نوع التقنية المستخدمة	شاشات تفاعلية تعمل بتقنية اللمس
مستوى التفاعل	عالي وواضح لأن الزائر يستطيع التفاعل مع الشاشة بالضغط عليها وظهور مجموعة من المعلومات التي يتفاعل معها.

٢- تكنولوجيا الواقع الافتراضى Virtual Reality:

هي مجموعة من تكنولوجيا الحاسب التي تجمع بعضها البعض، وعن طريق الحاسب يمكن للمستخدم الاتصال بالعالم الافتراضي الذى يولده الحاسب كأنة عالم واقعي، والذى يتشابه مع النماذج الحقيقية للواقع، هذا الواقع الافتراضي ثلاثي الأبعاد يبدو حقيقياً بالنسبة للمستخدم ويحدث معه إستجابة وتفاعل حسي. (بركات،٢٠١٦،٧٦)

ويعرف الواقع الافتراضي بأنه تقنية العرض والتحكم التي يمكن بواسطتها وضع المسنخدم في بيئة وهمية أو تصورية يصنعها الحاسب ، حيث يتمكن من خلال أدوات توضع على الرأس وترتدى في اليد بجانب الصوت المجسم من خلق عالم وهمي يعطي للمستخدم خبرة مرئية ومسموعة كما فى الصورة رقم (٢٨).

مثال لتطبيق تكنولوجيا الواقع الافتراضى فى المتاحف الرقمية:

صورة رقم (٢٨) يوضح استخدام تكنولوجيا الواقع الافتراضى فى المتاحف من خلال نظارات الرؤية الافتراضية.متحف التاريخ الطبيعى برلين.

جدول (٣) تطبيق الأساليب التكنولوجية (الو اقع الافتراضى) في إنتاج أساليب عرض رقمية لمقتنيات المتحف

اسم المتحف	متحف التاريخ الطبيعى ببرلين، ألمانيا .
نوع الاتصال المستخدم	اتصال كمى حيث يكون الاستخدام لزائر واحد فقط أو زوار متعددين في نفس الوقت.
التقنية المستخدمة	الواقع الافتراضى .
مستوى التفاعل	عالي وواضح لأن الزائر يستطيع التفاعل مع المقتنيات ورؤيتها d٣ عن طريق نظارات الرؤية الافتراضية.

٣- الحقيقة المدمجة Augmented Reality:

ظهرت الحقيقة المدمجة كأداه ترويجية في الحملات التفاعلية بشكل كبير خلال السنوات الأخيرة والتي تعتمد على دمج العالم الحقيقي بعناصر ولدت بواسطة الحاسب الآلي مزودة بأجهزة إستشعار للمدخلات (صوت SOUND ، فيديوVIDEO ، جرافيك GRAPHICS ، معلومات الموقع GPS DATA) وعلى النقيض الواقع الافتراضي هو إحلال الواقع الافتراضي بدلاً من العالم الحقيقي مع المحاكاة، أما الحقيقية المدمجة فيتم في الوقت الحقيقي و لعناصر البيئة المحيطة، وتتميز الحقيقة المدمجة بما يلي :

أ- الجمع بين العالم الحقيقي والافتراضي.

ب- التفاعل في الوقت الحقيقي.

ج- يتضمن مجسمات ثلاثية الأبعاد.

المكونات الرئيسية في نظام الواقع المدمج:-

أ- أجهزة الإستشعار Sensor: كي يتم تحديد حالة العالم الواقعي، وتلعب دورها حين يأخذ المستخدم دور فعال في تجربة الواقع المدمج. (محمد سالم،٨٣، ٢٠١٠)

ب- معالج المعلومات Processor : لكي يُقيم البيانات التي يتم إستقبالها، ويُحقق قوانين الطبيعة بالتناسق مع العالم الافتراضي،و يولد الإشارات الخاصة بتشغيل الواقع المدمج .

ج- **شاشة عرض مناسبة Display:** لخلق إنطباع بأن العالم الافتراضي والعالم الواقعي موجودان معاً بشكل يثير حواس المستخدم فيشعر بإتحاد العالم الواقعى مع الافتراضي.

مثال لتطبيق تكنولوجيا الحقيقة المدمجة فى المتاحف الرقمية:

صورة رقم (٢٩) يوضح تطبيق تقنية الحقيقة المدمجه فى المتاحف عن طريق استخدام التابلت وتحميل تطبيق معين ليظّهر المعروض بصورة مجسمة ومعلومات عنه . متحف الفن والتاريخ فى جينيف. (Ibraheem, 2007,30)

جدول (٤) تطبيق الأساليب التكنولوجية (الحقيقه المدمجه) في إنتاج أساليب عرض رقمية لمقتنيات المتحف

اسم المتحف	متحف الفن والتاريخ فى جينيف بسويسرا .
نوع الاتصال المستخدم	اتصال كمى حيث يكون الاستخدام لزائر واحد أو أكثر في نفس الوقت.
التقنية المستخدمة	تقنية الحقيقة المدمجة .
مستوى التفاعل	عالي وواضح لأن الزائر يستطيع التفاعل مع الشاشة بالضغط عليها وظهور مجموعة من المعلومات التي يتفاعل معها.

٤- تقنية الهولوجرام Hologram ::

تعتمد فكرة الهولوجرام على وجود مصدر لشعاع ليزر يتم تسليطه على منشور (مجزء للضوء) يقوم بتجزئة الشعاع الساقط إلى شعاعين، ويمر هذين الشعاعين بمجموعة مرايا للتوجيه في الاتجاهات المطلوبة، ثم بعدسة مفرقة للضوء تقوم بتحويل الشعاع المركز إلى حزمة عريضة تسقط على كامل الجسم المراد تصويره ،وينتج من خلال تداخلات هذين الشعاعين نماذج معقدة تحكي كل التضاريس الدقيقة للجسم . (محمد سالم،٨٥، ٢٠١٠)

ويحتاج الهولوجرام إضاءة خاصة نظراً لتكونه من أشعة ضوئية،لذا يصعب استخدامه في الأماكن الخارجية لأن إضاءة المنطقة المحيطة بشكل خاطئ قد تؤثر على رؤية الهولوجرام، و يتخذ الهولوجرام العديد من الأشكال منها :

أ - الهولوجرام ثلاثى الأبعاد:

هو عبارة عن سطح مستوى يظهر كصورة ثلاثية الأبعاد في ظل الإضاءة المناسبة، وتكون مماثلة للحقيقة التي يتم تصويرها، وتقوم فكرة مشاهدة الصورة المجسمة على إزدواجية الرؤية بكلتا العينين لمنظورين مختلفين، حيث تشاهد كل عين منظور بزاوية مختلفة، ويقوم مخ المستخدم بتجميع الصورتين وجمعها في شكل مجسم يتغير بإستمرار الحركة والدوران حوله، وله عمق حقيقي، ويتم مسح كل طبقة بدقة بماسح ثلاثي الأبعاد.

ب - هولوجرام الصندوق - Holo Cube:

هو عبارة عن صندوق زجاجي يتم عرض الهولوجرام داخلة ويتوافر بمقاسات كثيرة تبدء من ٢٠ بوصة وحتى ٧٠ بوصة وتتميز بدقة وضوح العرض، لوجود الإضاءة المناسبة داخله، وبالتالى يمكن عرض المحتوى في أى مكان.ويمكن إضافة مشغلات صوت داخل الصندوق.

ج - هولوجرام الشاشة الحريرية التفاعلية - Interactive Silkscreen Projection :

تستخدم تقنية Projection على الشاشة الحريرية، والتي يمكن لصقها على أى سطح شفاف مثل الأكريلك أو الزجاج فيبدو الهولوجرام كأنه داخل هذا السطح، حيث يعرض مجموعة من الأيقونات التي يمكن للمستخدم لمسها باليد لتنفيذ أمر معين، مثل تدوير المجسم المعروض في المتحف، وتعد هذه التقنية خليط من الهولوجرام وشاشات اللمس.

مثال لتطبيق تقنية الهولوجرام فى المتاحف الرقمية:

صورة رقم (٣٠) يوضح تطبيق تقنية الهولوجرام ثلاثى الابعاد عن طريف الإسقاط فى الفراغ لتقديم دراسات ليناردو على الطيران و الهندسة والحرب و الرسم بمتحف ليناردو دافنشى بروما ، إيطاليا.

جدول (٥) تطبيق الأساليب التكنولوجية (الهولوجرام) في إنتاج أساليب عرض رقمية لمقتنيات المتحف

اسم المتحف	متحف ليناردو دافنشى بروما ، إيطاليا .
نوع الاتصال المستخدم	اتصال كمى حيث يكون الاستخدام لزائر واحد أو أكثر في نفس الوقت.
التقنية المستخدمة	تقنية الهولوجرام .
مستوى التفاعل	عالي و واضح لأن الزائر يرى المجسمات d٣ مع إضافة حركة ومؤثرات صوتية.

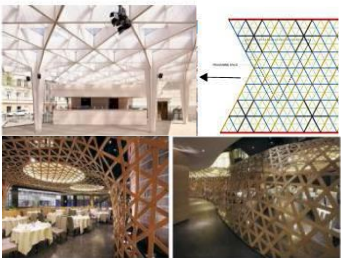
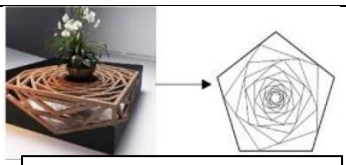
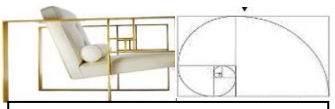
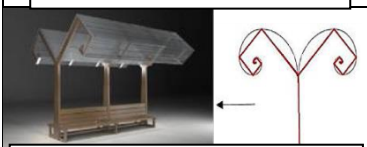
أهمية المتحف الرقمى وأهدافه:

- الإستفادة من الوسائل التكنولوجيه الجديدة و الرقمية للتفاعل مع مرفقات العرض و الوصول لتصميم داخلى لفراغات متحفية فعالة.
- اختصار الوقت و الجهد فبدلاً من قراءة كم من البيانات المكتوبة يمكن مسحها بصرياً.
- عبارة عن وسيلة فعاله لتوصيل الأفكار الخاصة بالإنجازات الثقافية للشعوب.
-العناية بأساليب العرض وتطورها باستخدام التكنولوجيا الرقمية تساعد على تسهيل الإطلاع والزيارة. (مصطفى،٨٩،١٩٩٩)

من الناحية الإعلامية والسياحية تعتبر المتاحف واجهة مهمة لأي دولة حيث تعطي للزائر فكرة واضحة لمعالم تلك الدولة مما يترتب عليها نمو في الحركة السياحية وازدهار الاقتصاد الوطني فزيادة عدد المتاحف وتطورها تعتبر من معايير تقدم الأمم ورقيها.

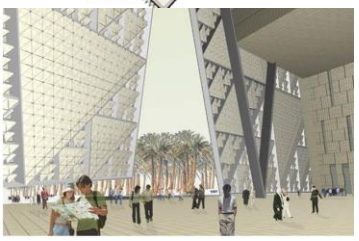
ثالثاً: استنباط منهجية جديدة لتصميم المتحف الرقمى تكون قائمة على مفهوم الهندسة الكسيرية:

جدول (٦) استنباط منهجية جديدة لتصميم المتحف الرقمى قائمة على مفهوم الهندسة الكسيرية

معايير التحل	محددات التصميم الكسيرى للمتحف الرقمى				أمثله لمشاريع
	السمات المميزة	يتوافق مع السما	لا يتوافق مع السمات		
١- خصائص الهندسة الكسيرية	التشابه الذاتى		√	—	 صورة رقم(٣١)تصميم جناح هلسنكي ٢٠١٢
	قاعدة الإحلال		—	√	
	قابلية التوسع اللا		√	—	
	البُعد الكسرى		√	—	
	التناظر الكسيرى	√	—		
	التكرارات الهندسي المتداخله	√	—		
٢- مبادئ الهندسة الكسيرية	الأنسجام و التواز	√	—		 صورة رقم (٣٢) منضدة مربعه الشكل.
	الوحدة و الإيقا	√	—		
	التفاصيل	√	—		
	النقطه المحورية	√	—		
٣- أسلوب الشكل	التوليد المتكرر	—	√		 صورة رقم (٣٣) كرسى بالنظام اللولبى.
	النظام اللولبى	√	—		
	الدوال التكرارية	—	√		
	مخطط فورنوى	—	√		 صورة رقم (٣٤)التصميم بواسطه ليندينماير.
	ليندينماير	√	—		
	الطى المتكرر	—	√		
٤- الأساليب التكنولوجيه المستخدمه	الشاشات التفاعلي	—	√		صورة رقم (٣٥) متحف EPIC للهجرة
	الواقع الإفتراضى	—	√		
	الحقيقه المدمجه	√	—		

ومثال على ذلك مبنى المتحف المصرى الكبير بمصر Grand Egyption museum in Egypt كنموذج لمتحف تفاعلي مصمم بالهندسة الكسرية:

صورة رقم (٣٦) توضح المسقط الأفقى والواجهه الداخلية للمتحف المصرى الجديد



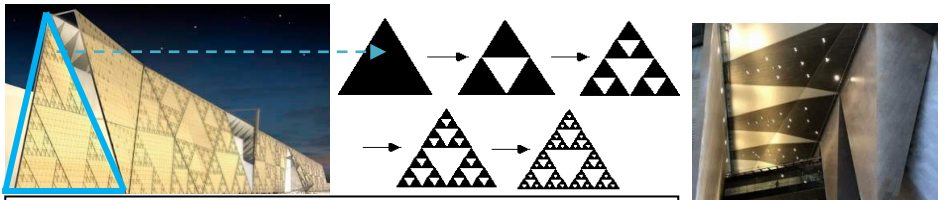
١- خصائص ومبادئ الهندسة الكسيرية :

نلاحظ استخدام خاصية البعد الكسوري. حيث ربط الواجهة بالسياق العمراني أو الطبيعي المحيط بها، ويتحقق هذا الانسجام بين الواجهة والمحيط عن طريق استخدام خاصية البعد الكسوري. فالهدف الأساسي للمشروع هو التأكيد على الهوية العربية المصرية ولذلك قام المعماري باستخدام لغة شكل كسيرية. كما ظهرت مبادئ الكسيرية للحيز الداخلى للمتحف من استخدام النسبة والتناسب وتكرار الشكل الهندسى وتحقيق التوازن و الوحدة.

٢- أسلوب توليد الشكل الكسيري :

-أسلوب الاستبدال المتكرر " تكرار الشكل."

- أسلوب نظم الدوال التكرارية هندسيا (IFS) " تكرار العملية" حيث يسمح بالانسحاب والتدوير والانعكاس والانتقال ويشار إلى ذلك رياضياً باسم التحول الخطي النسبي Affine transformation وهنا يكون الناتج متشابهاً ذاتياً مع وجود تحول نسبي ويعد مثلث سيربنسكي أحد صور IFS المنتجة باحتمالات لا نهائية.



صورة رقم (٣٧) توضح أسلوب التوليد المستخدم بواجهه المتحف وتطويره بداخل المبنى من أسقف و أعمدة

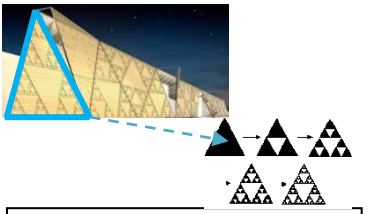
خلال قوى التشكيل (Morphing). حيث استُخدم مثلث سيربنسكى بأحجام مختلفه كما بالواجهه وتم تطويرة بداخل المبنى فى تصميم الاسقف و تشكيل الأعمدة بالمتحف.

٣- الأساليب التكنولوجيه المستخدمه:

مستوى التفاعل الرقمى الميتخدم يعتبر منخفض حيث تظهر فقط تقنية الشاشات التفاعلية بداخل المبنى فى قاعه العرض ثلاثي الأبعاد بمركز المؤتمرات بالمتحف.

صورة رقم (٣٨) توضح استخدام الشاشات التفاعلية بداخل قاعه العرض ثلاثي الأبعاد

جدول (٧) تصميم المتحف المصرى الجديد القائم على مفهوم الهندسة الكسيرية

معايير التحليل	محددات التصميم الكسيرى للمتحف الرقمى			
	السمات المميزة	يتوافق مع السمات	لا يتوافق مع السمات	أمثله لمشاريع
١- خصائص الهندسة الكسيرية	التشابه الذاتى	√	—	 صورة رقم(٣٩)توضح خصائص الكسيرية و أسلوب التوليد المتبع بالمتحف
	قاعدة الإحلال	—	√	
	قابلية التوسع اللا نهائى	√	—	
	البُعد الكسرى	√	—	
	التكرارات الهندسية المتداخله	√	—	
٣- أسلوب توليد الشكل	التوليد المتكرر	√	—	صورة رقم(٤٠)منظور يوضح تصميم الاسقف و تشكيل الأعمدة باستخدام مثلث سيربنسكى بأحجام مختلفه
	النظام اللولبى	—	√	
	الدوال التكرارية	√	—	
	مخطط فورنوى	—	√	
	ليندينماير	—	√	
	الطى المتكرر	—	√	
٤- الأساليب التكنولوجيه المستخدمه	الشاشات التفاعلية	√	—	صورة رقم(٤١)توضح استخدام الشاشات التفاعلية
	الواقع الإفتراضى	—	√	
	الحقيقه المدمجه	—	√	

نتائج البحث :

١- تعتبر الهندسة الكسيريه علم يسمح لعمل تبادلات عن طريق ظاهرة الأنتشار و الأنتقال و التكرار . كما أن فكرة التكرار إلى ما لا نهاية تُنتج لنا اثار بصرية و علاقات تشكيلية وتصميمات لها صفة التنوع و تعدد الأحتمالات و الخروج بالتصميم من المألوف إلى أبعاد علمية جديدة للعملية التصميمية.

٢- استحداث أفكار تصميمية جديدة غير نمطية تحمل فى طياتها الطلاقة والابتكار وفقاً لمبادئ الهندسة الكسرية في التصميم الداخلي للمتاحف الرقمية من خلال استخدام برامج متطورة للحاسب الآلى كمساعد فى التصميم .

٣- يمكن توجيه الزائر داخل المتحف من خلال الأساليب التكنولوجية و التقنيات المستخدمه فى التصميم للحيز الداخلي بالمتحف الرقمى كما ان أسلوب الرؤية به صالح لعرض مجموعة من الحقائق في وقت واحد من خلال الشاشات التفاعلية وتكنولوجيا الواقع الإفتراضى و الحقيقه المدمجه و الهولوجرام.

٤- جعلت الهندسة الكسرية من الحيزات الداخلية للمتاحف الرقمية حيزات متوافقة مع المحيط البيئى من خلال محاكاة لقوانين بنيته على مستوى الشكل والمضمون.

التوصيات والمقترحات:

في ضوء ما تقدم من دراسة ونتائج توصي الدارسة بما يلي- :

١- يجب على المصمم الداخلى الوصول إلى حلول تصميمية للفراغات الداخلية للمتاحف الرقمية المحلية قائمة على الهندسة الكسيرية بأستخدام تكنولوجيا التصميم الرقمى.

٢- تشجيع الباحثين والمهتمين على وضع معايير لتصميم المتحف الرقمى مع مراعاة الأساليب التكنولوجية و التقنيات المستخدمة في إنتاج أساليب عرض رقمية لمقتنيات المتاحف لتمكن الزائر من توفير الوقت والجهد والتعامل بدون اللجوء لمساعدة.

٣- أن تهتم الوزارات المختلفة مثل السياحه و الأثار بالمتحف الرقمى حيث أصبح اليوم مطلباً ضرورياً وليس نوع من الرفاهية لما يحققه من فوائد عديدة وملائمة لجميع فئات المجتمع.

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

١) أميرة السيد.(٢٠١٤)." **تأثير العمارة الرقمية التفاعلية على التصميم**"؛رسالة ماجيستير ، قسم التصميم الداخلى والأثاث ،كلية الفنون التطبيقية،جامعة حلوان.

٢) إسراء أحمد مدبولى.(٢٠١٩)."**توظيف التكنولوجيا الرقمية فى التصميم الداخلى كعنصر جذب للعرض المسرحى**"؛رسالة ماجيستير ، قسم التصميم الداخلى والأثاث ، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان.

٣) إيمان ابراهيم.(٢٠١٧)."**الأساليب التصميمية فى تطبيق علم الهندسة الكسيرية فى التصميم الداخلى للمنشأت السياحية**" ؛ مجلة التصميم الدولية .

٤) إيمان محمد أنيس ، مها محمود أبراهيم. (٢٠١٦) "**الهندسة الكسيرية في العمارة الإسلامية كأداة لتأصيل الهوية وانعكاسها على تصميم الفراغات الداخلية و أقمشة السيدات المطبوعة**"؛ مجلة التصميم الدولية.

٥) بسمة محمد يوسف.(٢٠١٥) " **التصميم الداخلى لمتاحف المركبات الفضائية وعلوم الفلك**"؛ رسالة ماجيستير منشورة ، كلية الفنون التطبيقيه ، جامعه حلوان .

٦) لينا غانم : " **دراسة الخصائص الشكلية للعمارة الرقمية** " ؛ بحث منشور من رساله ماجيستير ، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة التكنولوجية.

٧) محمد سالم .(٢٠١٠)." **التصميم الداخلى للمراكز التجارية الرقمية** "؛ كلية الفنون التطبيقيه ، جامعه حلوان.

٨) مصطفى، غنيمة عبد الفتاح. (١٩٩٩). "**المتاحف والمعارض والقصور وسائل تعليمية**"؛الهيئة العامة للكتاب.

٩) مى محمد.(٢٠١٧)." **دور هندسة الفراكتال فى أستدامة المبنى**" ؛ رساله ماجيستير منشورة ، كلية الهندسة المعمارية ،جامعة حلوان.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

1. Bovill, C. 1996. "Fractal Geometry in Architecture and Design". ,Boston: Birkhauser.
2. Kolarveic, Branko.2003." Architecture in the digital age design and manufacturing",Taylor & Francis, new York.
3. Lesmoir, N. G. 2010."The Colours of Infinity The Beauty and Power of Fractals". Springer, London.

ثالثاً: المراجع الإلكترونية:

تاريخ الإطلاع 2023/5/1

1) https://www.fractal.org/Bewustzijns-Besturings-Model/Fractals- Useful-Beauty.htm

2) http://m.chariotdisplay-ar.com/interactive-wall-projection/interactive-wall-game.html

Fractal geometry and its impact on the interior design of digital museums

Prof. DR. Ashraf Hussein Ibrahim
Professor DR. of Environmental Design at the Department of Interior Design & Furniture, Faulty of Applied Arts, Helwan University
ashrahus@gmail.com

Prof. DR.Dina Fekry Gamal Ibrahim
Assistant Professor at the Department of Interior Design & Furniture, Faulty of Applied Arts, Helwan University
dinafekry@hotmail.com

Hadeer Mohsen Khalifa Wally
Department of Interior Design & Furniture, Faulty of Applied Arts, Helwan University
hadeermohsenkhalifa@gmail.com

Abstract:

Fractal geometry emerged as an extended trend from chaos theory that searches beyond nature, and it is an instinctive motive for human love for nature (biophilia). Fractal geometry. Therefore, the research aims to study the science of fractal geometry and the control of shape and interior design of the digital museum through digital design technology and the techniques used in producing digital display methods for the museum's holdings. That is, producing designs for fractal geometry in digital museums that are not based on formal value only, but are used mathematically with the help of digital design technology, taking into account the design considerations of digital display methods. Interactive digital museums. To facilitate the design process and save time by introducing design parameters to simulate it through digital design technology. And to provide solutions based on effective fractal geometry in the interior design of the digital museum to meet its purpose and to become a basis for future research.

Keywords: fractal geometry; digital design; digital museum