مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 131) 2025, pp. 80-102

النسبية العامة ونسيج الزمكان وتطبيقاتها في التصميم الداخلي البارامتري

م.م باسم مهدي موزان/ جامعة الكرخ للعلوم
basim.mahdi2017@gmail.com
07723670169
أ.د رجاء سعدي لفتة / كلية الفنون الجميلة /جامعة بغداد
rajae.lafta@cofarts.uobaghdad.edu.iq
07700053341

مستخلص البحث:

لطالما لعبت النظريات العلمية دوراً جوهرياً في تشكيل ملامح التصميم الداخلي، نظراً لتأثيرها المباشر على العملية الإبداعية في إنتاج العناصر التصميمية الداخلية. ولتسليط الضوء على مفهوم النظرية النسبية ونسيج الزمكان. في إطار التصميم البارامتري للفضاءات الداخلية، لذا كان هدف الدراسة هو تحليل هذا المفهوم واستكشاف الأفكار المرتبطة به، بغرض التعرف على العناصر والمكونات التي تُعبر عن جوهر التصميم البارامتري وتطبيقاته في البيئات الداخلية ذات الطابع التقليدي. من هنا تناول البحث مشكلته عبر التساؤل التالي: كيف يمكن لتطبيق مبادئ النظرية النسبية العامة، ولا سيما مفهوم نسيج الزمكان، أن يسهم في تطوير التصميم الداخلي البارامتري لتحقيق تصميمات مبتكرة وديناميكية تتفاعل بفعالية مع البيئات المعاصرة؟ إذ تم تحديد هدف البحث في استكشاف الإمكانات الإبداعية الناشئة عن توظيف المفاهيم المتقدمة في الفيزياء النظرية، ولا سيما تشوهات نسيج الزمكان المستمدة من النظرية النسبية العامة، في مجال التصميم الداخلي البارامتري. وتحليل مدى قدرة هذه المفاهيم على تحفيز الابتكار في صياغة أشكال وهياكل تصميمية غير تقليدية، بما يسهم في تطوير حلول تصميمية ديناميكية تتفاعل مع السياقات المكانية للفضاءات المعاصرة، وتعزز من تكامل البعد الجمالي والوظيفي في الفضاءات الداخلية. كما ركز على دراسة مشاريع تصميم داخلي لمكاتب تصميم متخصصة بالبرامترية، للوصول إلى مجموعة من النتائج التي تم مناقشتها للوصول الى مجموعة استنتاجات اهمها : تمكّن مفهوم نسيج الزمكان، المستمد من نظرية النسبية العامة لأينشتاين، من إحداث تحول جذري في أساليب التصميم الداخلي البارامتري. تم استلهام فكرة تقوس وتشوه الزمكان لتطوير تصاميم داخلية مبتكرة تعكس تدفق وانسيابية الأشكال.

أثبتت الدراسة أن دمج المبادئ العلمية للنسبية العامة مع التقنيات البارامترية يمكن أن يؤدي إلى نتائج تصميمية مبهرة. إذ يمكن استخدام معادلات رياضية معقدة لتحويل المفاهيم النظرية إلى أشكال بصرية ملموسة، مما يعزز من جمالية ووظائف الفضاءات الداخلية.

الكلمات المفتاحية: نظرية النسبية العامة، نسيج الزمكان، التصميم البارامتري .

مشكلة البحث والحاجة اليه:

تعد نظرية النسبية العامة من أهم الإنجازات العلمية في القرن العشرين، حيث قدمت تصوراً جديداً عن الجاذبية كتشوه في نسيج الزمكان، بدلاً من كونها قوة تقليدية. هذا المفهوم الثوري فتح آفاقاً جديدة في فهمنا للكون والتطبيقات التكنولوجية. ومع ذلك، لا تزال تطبيقات هذه النظرية مقتصرة على الفيزياء والفلك بشكل أساسي، ولم تُستغل بشكل كافٍ في مجالات أخرى مثل التصميم الداخلي. إذ يُمكن أن يؤدي دمج مفهوم نسيج الزمكان في التصميم الداخلي البارامتري إلى إحداث ثورة في كيفية تصور وإنشاء الفضاءات الداخلية البارامترية ، إذ يمكن استخدام الأسس الرياضية للنسبية العامة لابتكار أشكال تصميمية تتفاعل مع محيطها بطرق غير تقليدية. مما يقودنا للتساؤل التالي: كيف يمكن

لتطبيق مبادئ النظرية النسبية العامة، ولا سيما مفهوم نسيج الزمكان، أن يسهم في تطوير التصميم الداخلي البارامتري لتحقيق تصميمات مبتكرة وديناميكية تتفاعل مع الفضاءات المعاصرة؟.

اهمية البحث:

1- يساهم البحث في إدخال مفاهيم الفيزياء النظرية، مثل نسيج الزمكان، في مجال التصميم الداخلي، مما يفتح آفاقاً جديدة لتطوير حلول تصميمية تتجاوز الأساليب التقليدية وتعزز من الابتكار.

2- دمج العلم والتكنولوجيا في التصميم، يبرز البحث أهمية التكامل بين المبادئ العلمية للنسبية العامة والتقنيات الحاسوبية المتقدمة، مثل النمذجة البارامترية، مما يمكن المصممين من استحداث فضاءات داخلية ديناميكية تتفاعل بذكاء مع البيئات المحيطة.

3- إثراء الجماليات عبر استلهام تشوهات نسيج الزمكان في تطوير تصاميم داخلية تمتاز بالانسيابية والتكيف مع المتغيرات البيئية، مما يعزز من الجوانب الوظيفية والجمالية.

هدف البحث:

استكشاف الإمكانات الإبداعية الناشئة عن توظيف المفاهيم المتقدمة في الفيزياء النظرية، ولا سيما تشوهات نسيج الزمكان المستمدة من النظرية النسبية العامة، في مجال التصميم الداخلي البارامتري. وتحليل مدى قدرة هذه المفاهيم على تحفيز الابتكار في صياغة أشكال وهياكل تصميمية غير تقليدية، بما يسهم في تطوير حلول تصميمية ديناميكية تتفاعل مع السياقات المكانية للفضاءات المعاصرة، وتعزز من تكامل البعد الجمالي والوظيفي في الفضاءات الداخلية.

حدود البحث:

- الحد الموضوعي: دراسة النظرية النسبية ونسيج الزمكان ومقارباتها بالتصميم الداخلي البارامتري للفضاءات الاقليدية الكلاسيكية .
- الحد المكاني: دراسة مشاريع تصميم داخلي لمكاتب تصميم متخصصة بالبرامترية.
- الحد الزماني: 2008م -2019م، كون العينة صممت ضمن هذا السقف الزمني.

تحديد المصطلحات:

اولاً النسبية العامة General relativity:

حسب ما ورد في مؤلفة البرت أينشتاين* " Relativity: The Special and the General Theory "، "النسبية: النظرية الخاصة والعامة" "النسبية العامة هي النظرية التي قدمها ألبرت أينشتاين في عام 1915، والتي تصف الجاذبية بأنها تشوه في نسيج الزمكان بدلاً من كونها قوة تقليدية تؤثر على الأجسام." (ألبرت اينشتاين،1983 :152) وهي " نظرية في الجاذبية ، تعتبر أن الجاذبية ناتجة عن انحناء الزمكان الذي تسببه الكتلة والطاقة، حيث يؤثر هذا الانحناء على مسارات الأجسام والضوء." (علي سعيد،2015 :45) كما تم تعريفها "هي النظرية التي تربط بين الجاذبية والزمكان، مشيرة إلى أن الكتل الضخمة تشوه الزمكان مما يؤدي إلى ما نلاحظه كجاذبية."(بوند، 1992 :89)

التعريف الاجرائي : النسبية العامة هي نظرية في الفيزياء تصف الجاذبية كنتيجة لتشوهات في نسيج الزمكان الناجمة عن الكتلة والطاقة. تستخدم هذه التشوهات كإلهام لإنشاء أشكال وهياكل

*** البرت أينشتاين: (Albert Einstein) عالم فيزياء ألماني المولد، (ولد عام 1879 وتوفي عام 1955) سويسري وأمريكي الجنسية، من أبوين يهوديين، يُشتهر بأبي النسبية كواضعٍ لنظريتي النسبية الخاصة والنسبية العامة الشهيرتين اللتين كانتا اللبنة الأولى للفيزياء النظرية الحديثة.**

المصدر: https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A3%D9%84%D8%A8%D8%B1%D8%AA

ديناميكية ومتفاعلة في التصميم البارامتري، ما يسمح بابتكار فضاءات داخلية فريدة ومستدامة تتكيف مع متغيرات البيئة المحيطة.

ثانياً نسيج الزمكان space-time fabric :

عرفه البرت إينشتاين "هو كيان رباعي الأبعاد ينحني بسبب وجود الكتلة والطاقة، مما يؤثر على حركة الأجسام وانتشار الضوء." (Einstein,1920: 68)

وهو " الكيان الموحد للزمان والمكان، والذي ينحني بفعل المادة والطاقة، محدداً التفاعل الجاذبي في الكون." (Einstein,1955:38)

التعريف الاجرائي : نسيج الزمكان هو نظرية في الفيزياء تصف المكان والزمان كوحدة واحدة وتنظر إليهما كتشكيلات منحنية تتأثر بالكتل والطاقة. وتسهم في ابتكار تصاميم داخلية بارامترية عبر بتطبيق مفاهيم النسيج الزمكاني على تصميم الفضاءات، إذ يُمكن للمصممين تشكيل الفضاءات الداخلية بمراعاة التأثيرات والمتغيرات الفيزيائية للفضاء الكلاسيكي لتحقيق تجارب تصميمية فريدة وتفاعلية مع المكان والزمان فيها.

التصميم البارامتري Parametric design:

التصميم البارمتري "هو نظام يعتمد على القيم الحسابية الخوارزمية والتي تتم عن طريق (المدخلات Inputs)، التي تعالج بواسطة مجموعة من البرامجيات المصممة خصيصاً لهذا الغرض وبشكل خطوات متسلسلة رياضية ومنطقية يتم محاكاتها والتعبير عنها بصرياً للوصول الى الشكل التصميمي المطلوب."(Jabi ,2013: 11)

التعريف الاجرائي : **هو عملية استكشاف تعتمد على الخوارزميات لإنتاج تصاميم مبتكرة، باستخدام برامج متخصصة تجمع بين البرمجة النصية والبرمجة المرئية. تتيح هذه التقنية تحقيق أشكال ديناميكية تتناغم مع عناصر الفضاء، مع إمكانية تعديل تلك الأشكال وأنماطها بمرونة، فضلًا عن تعزيز التفاعل بين مراحل التصميم والتنفيذ لتحقيق نتائج متكاملة.**

الاطار النظري والدراسات السابقة

مقدمة :

النظرية النسبية العامة التي قدمها ألبرت أينشتاين في عام (1915) هي واحدة من أكثر النظريات الثورية في الفيزياء. وتعتبر هذه النظرية امتدادًا للنظرية النسبية الخاصة التي طورها أينشتاين في عام (1905). إذ تعمل النظرية النسبية العامة على وصف الجاذبية كتشوه في نسيج الزمكان، وليس كقوة مستقلة. كما تمثل ثورة في فهمنا للطبيعة والكون، وقد أثرت بشكل كبير في مجالات متعددة، من الفيزياء الفلكية إلى الهندسة المعمارية والتصميم الداخلي البارامتري. والفضل يعود لاكتشاف الهندسة غير الإقليدية، إذ كان الجميع يعتقدون أن الهندسة الإقليدية هي النظام الهندسي الوحيد الممكن لوصف الفضاء . ثم أظهرت الهندسة اللاإقليدية أن هناك أوصافاً أخرى يمكن تصورها للفضاء، وهو الإدراك الذي يحول الرياضيات إلى علم أكثر تجريداً وتعقيداً ،الامر الذي ادى الى اكتشاف أينشتاين للنظرية النسبية. وهذا الاكتشاف ادى الى التحرر من النماذج الفكرية القديمة المتعلقة بالحركة والجاذبية للأجسام، وان الزمن هو ثابت في اي مكان (الزمن المطلق)، التي نادى بها اسحاق نيوتن (Herbert, 2018: 37). لذا يجد الباحث لزاماً تناول مفهوم الهندسة اللاإقليدية وكيف اثرت في اكتشافات اينشتاين للنسبية العامة والخاصة ومن ثم تناول مقارباتها في تطور تخصص التصميم الداخلي البارامتري .

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 131) 2025, pp. 80-102

الهندسة اللاإقليدية:

قادت مفاهيم الهندسة الاقليدية الدراسات الهندسية والفلسفية والعلوم والفنون وبضمنها العمارة والتصميم الداخلي، وقد اعتبَر (Le Corbusier) الاشكال الافلاطونية (الهرم والمكعب والاسطوانة) كأشكال سرمدية تمثل هندسة كونية لا ترتبط بطراز وهي احد اسس برامج نمذجة الاشكال الرقمية حتى اواخر القرن العشرين (Abel,2004:174).وتقترح مبادئ الاقليدية في الهندسة خمس مسلمات الاربعة الاولى بديهية وترتبط بالهندسة المجردة وهي تنص على ما يلي:

البديهية الاول : " من الممكن الوصل بين اي نقطتين بخط مستقيم".

البديهية الثانية :"يمكن مد قطعة المستقيم من جهتيها الى غير حد".

البديهية الثالثة :" يمكن رسم الدائرة اذا علم مركزها ونصف قطرها".

البديهية الرابعة: "كل الزوايا القائمة متساوية فيما بينها" كما في الشكل(1)

اما الخامسة التي اثارت الجدل في صحتها: "اذا قطع مستقيمان بمستقيم ثالث وكان مجموع الزاويتين الداخليتين الواقعتين عل جهة واحدة من القاطع اقل من قائمتين، فإن المستقيمين يتلاقيان في تلك الجهة من القاطع اذا مدا بغير حد يتلاقيان في تلك الجهة من القاطع التي يكون فيها مجموع الزاويتين أقل من قائمتين"(عبد الواحد،35:2013). سميت بمسلمة التوازي وظهرت وكأنها مُبرهنة تحتاج لبرهان من جمل أبسط. بات اليوم معروفاً أن البرهان لذلك مستحيل، لأنه بالإمكان إنشاء أنظمة متسقة من الهندسة التي قد تكون فيها مسلمة التوازي صحيحة وقد تكون خاطئة. إقليدس بنفسه تعامل مع المسلمة بنحو مختلف عن بقية المسلمات عندما كتب أول 28 مبرهنة دون استعمال مبرهنة التوازي.

شكل(1) بديهيات اقليدس الاربعة

المصدر:

https://www.ibelieveinsci.com/%D9%85%D8%B3%D9%84%D9%85%D8%A7%D8%AA-%D8%A5%D9%82%D9%84%D9%8A%D8%AF%D8%B3

واثبت الرياضيون ان الفضاء ليس منحنياً فقط بل له ابعاداً متعددة (N - Dimensional) واتجهوا نحو صياغة علاقة وروابط جديدة تعتمد الفكر التجريبي، وافترض غاوس(Gauss)* ان

*** Gauss: Johann Carl Friedrich Gauss ولد في 30 نيسان عام 1777 وتوفي في 23 فبراير/شباط عام 1855. كان رياضياتياً، وإحصائياً، وفيزيائياً، وعالماً ألمانياً. قدم مساهماتٍ هامّةً في العديد من المجالات في الرياضيات والعلوم يُشار إليه بلقب أمير علماء الرياضيات. المصدر:**
https://en.wikipedia.org/wiki/Carl_Friedrich_Gauss
****Rieman: هو عالم رياضيات ألماني ولد في 17 سبتمبر 1826 في ياملن بالقرب من دانبرغ في مملكة هانوفر، وتوفي في 20 يوليو 1866. ساهم ريمان في العديد من الأعمال في التحليل الرياضي، نظرية الأعداد، والهندسة التفاضلية، حيث يعتبر اليوم تكامل ريمان وفرضية ريمان من أشهر أعماله على الإطلاق.**

السطح هو فضاء بحد ذاته ، وقام بدراسة السطح المنحني بالمنهج الديكارتي بمرجعيات تفاضلية باستخدام محاور (x,y) لتحديد النقاط على السطح لتعمل العلاقات الرابطة الهندسية بين تلك النقاط على تحديد شكل السطح بعلاقات جبرية بين الارقام ، ليؤسس ما يعرف بهندسة القطوع الزائدة (hyperbolic Geometry). ثم جاء (Riemann)** وطور افكار (Gauss) (السطح كفضاء) بشكل اكثر عمومية وفق مفاهيم المتشعب (manifold) والمنحني (curvature) وقدم هندسة القطوع الناقصة ،(Elliptic geometry) حيث لا توجد خطوط مستوية ولا متوازية بل كل الخطوط والدوائر تتقاطع في خط لا نهائي، كما ان المسافة بين نقطتين هي دائماً منحنية (Jabi, 2013: 20).

وقدم (Poincare)*** طرق جديدة لدراسة المعادلات التفاضلية وافتراض ان الخطوط تكون هجينة (hyperbolas) وموضوعة على مخطط اقليدي وهنالك عدد لا متناهي من الخطوط من نقطة موازية لخط اخر. قدمت الهندسة اللااقليدية مفهوم (الفضاء المطوي) والمنحنيات السالبة والموجبة للفضاء المختلف عن الفضاء الاقليدي المسطح الذي يكون انحناؤه صفراً، بمقياس لانهائي للانحناء والطي لينتج السطح المستوي لأنشاء تأثيرات مختلفة معقدة. فالمكعب يتحول الى فقاعة وبالعكس وبتنوع بارامتري للفضاء الذي يعرف ذلك المكعب المتحول(Jabi, 2013: 12-18).وقاد هذا الجدل لبناء هيكل رياضي جديد لتطرح الهندسة اللااقليدية هندسة بالأبعاد اللامتناهية، تتجاوز الابعاد الثلاثة لتعريف السطوح بمنحنيات معقدة، وتغيير تمثيل الجسم في الفضاء بتصورات جديدة للفضاء المنحني بإزاحة جذرية لمفاهيم الفضاء وادراكه، مما قاد لظهورعدة هندسات منها الهندسة الاهليلجية التي كان لها الاثر الواضح في تطور النسبية والتصميم الداخلي.

الهندسة الإهليلجية (Elliptic geometry):

أحياناً يطلق عليها هندسة ريمان، أو الهندسة الكروية أو القطع الناقص وهي نوع من الهندسة اللاإقليدية بحيث (من أجل أي مستقيم L ونقطة p لا تقع على المستقيم L، فإنه لا يوجد أي مستقيم موازٍ لـ L يمر من p) .(الحجيمي،7:2023) إن الهندسة الإهليلجية تخرق مسلمة التوازي الخامسة لإقليدس. وهي نوع خاص من الهندسة الرياضية، تقدم منظوراً جديداً لفهم الأشكال والمساحات والفضاءات الداخلية. تختلف هذه الهندسة عن الهندسة الإقليدية، التي وضعها إقليدس، في بعض الأساسيات، مما يؤدي إلى نتائج وخصائص فريدة. تتميز الهندسة الاهليليجية بغياب مبدأ التوازي الإقليدي، (البديهية الخامسة). في المقابل، في الهندسة غير الإقليدية، لا يوجد خط مستقيم موازٍ لخط آخر، أو قد يكون هناك عدد لا حصر له من الخطوط المتوازية. ويمكن تصور مفهوم الهندسة اللاإقليدية بشكل أفضل عبر تخيل سطح الكرة الارضية. على سطح الكرة الارضية لا توجد خطوط مستقيمة بالمعنى التقليدي، بل توجد دوائر عظمى. هذه الدوائر هي أقصر مسافة بين نقطتين على سطح الكرة، وتقابل هذه الدوائر الخطوط المستقيمة في الهندسة الإقليدية. وتتميز هندسة ريمان بعدة خصائص هندسية هي :

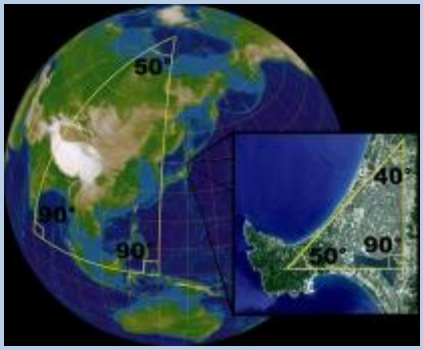
- تتميز جميع الأشكال في الهندسة الاهليليجية بالانحناء، على عكس الأشكال المستقيمة في الهندسة الإقليدية.

المصدر: https://en.wikipedia.org/wiki/Riemann_hypothesis

***** Poincare: جول هنري بوانكاريه، أحد أمهر العلماء الفرنسيين في مجال الرياضيات والفيزياء النظرية كما كان من فلاسفة العلوم. عادة ما يوصف بوانكاريه بأنه آخر العلماء الشموليين بعد غاوس والذي كان قادرا على فهم مختلف فروع الرياضيات والمساهمة فيها. يعتبر أيضا بوانكاريه واحدا من مؤسسي الطوبولوجيا.**

المصدر: https://en.wikipedia.org/wiki/Henri_Poincar%C3%A9

- أو قد يكون هناك عدد لا حصر له من الخطوط المتوازية.
- مجموع زوايا المثلث في الهندسة الاهليليجية أكبر من 180 درجة.
- نسبة محيط الدائرة إلى قطرها تختلف عن النسبة الثابتة (π) في الهندسة الإقليدية.
- تُعد نظرية فيثاغورس أداة قوية لحساب المسافات في الأشكال المسطحة الصغيرة الاقليدية ، بينما تتطلب المسافات الكبيرة استخدام تقنيات رياضية أخرى للحصول على حساب دقيق. كون المسافات الكبيرة تخضع لهندسة (ريمان) المنحنية لذا لا تسري نظرية فيثاغورس في الاشكال اللاإقليدية والهندسة الاهليليجية(محمد،20:2024). كما في الشكل(2)



شكل (2) سطح الكرة الارضية المحدب الذي يمثل هنسة القطع الناقص او هندسة ريمان ويسمى ايضاً بالهندسة الكروية، إذ نلاحظ انحناء الخطوط المستقيمة وتلاقيها عند الاقطاب مكونه حلقات عظمى والمثلث الناتج يتميز بالانحناء ومجموع زواياه اكبر من 180 درجة . وهو مخالف للهندسة الاقليدية

المصدر :
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Friadmohamad.wordpress.com

- وتُستخدم الهندسة غير الإقليدية في العديد من المجالات، بما في ذلك الرياضيات إذ تُستخدم لفهم الأشكال والمساحات المنحنية، مثل السطوح غير الإقليدية كما تعد الاساس في نشوء النظرية النسبية الخاصة لأينشتاين في فيزياء الكون. كما تستخدم لإنشاء رسومات رقمية وتصاميم معمارية وداخلية تسمح بإنشاء مساحات ديناميكية فريدة من نوعها تُعزز تجربة المستخدم وتُضفي جمالية استثنائية على المكان، كونها أداة قوية في التصميم البارامتري . كما في تصميم منزل الصدفة (Shell House) في اليابان (إذ يتميز هذا المنزل بتصميمه الخارجي المميز المستوحى من الهندسة الإهليلجية لهيكله الخارجي، والذي أنعكس أيضًا في تصميمه الداخلي عبر الأسقف المنحنية والجدران المتدفقة. والممتدة نحو الخارج لتحتضن بين انحناءاتها الاشجار (Gawell, 2013:37). كما في الشكل (3)

شكل(3) منزل الصدفة يتميز هذا المنزل بتصميمه الخارجي المميز المستوحى من الهندسة الإهليلجية، والذي ينعكس أيضًا في تصميمه الداخلي من خلال الأسقف المنحنية والجدران المتدفقة .

المصدر : https://www.archdaily.com/11602/shell-artechnic-architects

اللاإقليدية ودورها في نشوء النسبية العامة :

رغم أنّ النظرية النسبية لآينشتاين والمبرهنة الخامسة لإقليدس تبدوان كأنّهما مفهومان منفصلان، إلا أنّ المبرهنة الخامسة لعبت دوراً هاماً في تطوير النظرية النسبية من خلال تحفيز آينشتاين على إعادة التفكير في بنية الفضاء الكلاسيكي بأبعاده المتعارف عليها (الطول، العرض، الارتفاع). وساهمت في ظهور مفهوم الفضاء الحديث عبر إضافة البعد الرابع (الزمن). وتطوير هندسات جديدة ساعدت في تأسيس النظرية النسبية، إذ دمج اينشتاين بين الفضاء ثلاثي الأبعاد وبعد الزمن. هذا الفضاء الرباعي يشكل نسيج أو شبكة تحمل كل شيء في هذا الكون، كل جسم مهما كان حجمه وكل حدث يخضع لها، فلا وجود للأشياء ولا للأحداث خارج نطاقي الزمان والمكان (Giddings, 1984:725). أدّى ذلك إلى إعادة تعريف مفاهيم مثل الطول والزاوية، مما أتاح المجال لتطوير النظرية وانتشار مصطلح "نسيج الزمكان". عبر مقولة أينشتاين عن الهندسة غير الإقليدية:

"To this interpretation of non-Euclidean geometry, I attach great importance, for should I have not been acquainted with it, I never would have been able to develop the theory of relativity".

"إنني أعلق أهمية كبيرة على هذا التفسير للهندسة اللاإقليدية، لأنه لو لم أكن على دراية بها، لما تمكنت أبداً من تطوير النظرية النسبية" (Einstein, 1949:29).

ومن المهم أن ندرك أن كلا من الهندسة الإقليدية واللاإقليدية متسقة كون أن الافتراضات التي تعتمد عليها لا تنطوي على أي تناقضات. ورداً على السؤال حول أي الهندسة صحيحة، قام (هنري بوانكاريه) ببلورة الحجة على النحو التالي:

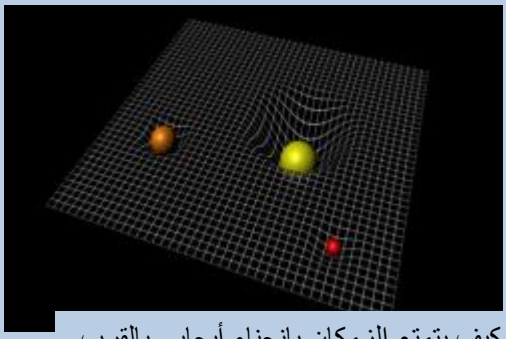
"One geometry cannot be more true than the other; it can only be more convenient".

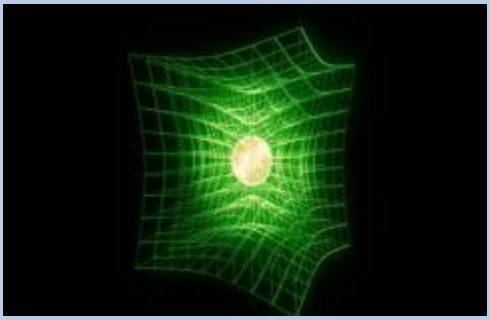
"لا يمكن أن تكون إحدى الهندسات أكثر صحة من الأخرى، بل يمكن فقط أن تكون أكثر ملاءمة" (Smith, 2017: 2).

نسيج الزمكان والجاذبية The fabric of space-time and gravity:

تستخدم نظرية النسبية العامة (لأينشتاين) الهندسة اللاإقليدية كوصف للزمكان. ولكيفية تأثير الجاذبية على نسيج الزمكان. وهذه النظرية التي نشرها عام (1915م)، زعمت أن المكان والزمان مرتبطان بشكل لا ينفصل. ووفقاً لفكرة النظرية النسبية العامة (Einstein,1920:9) ، يتمتع الزمكان بانحناء إيجابي بالقرب من المادة الجاذبة (الاجسام)، فعندما يدور جسم حول جسم آخر، فإنه يبدو وكأنه يتحرك في مسار منحني بسبب بعض القوة التي يمارسها الجسم المركزي ذي الكتلة الاكبر، لكنه في الواقع يتحرك على طول جيوديسي (كروي)، دون أن تؤثر عليه أي قوة اخرى. كما في الشكل (4)، اي الجاذبية بين الأجسام هي نتيجة التشوهات التي تحدث في نسيج الزمكان وهذا يفسر أيضاً أن الضوء لا يتحرك في خط مستقيم، بل ينحني تبعاً للتشوهات في نسيج الزمكان. ويعتمد مقدار هذا الانحناء على كتلة الجسم، أي أن الأرض تسبب انحناءً في النسيج أقل مما تسببه الشمس، في حين أن تشويه الشمس لنسيج الزمكان يكون أقل بكثير من التشوهات التي تحدثها الثقوب السوداء (Frauendiener ,2016:10)، كما في الشكل (5).

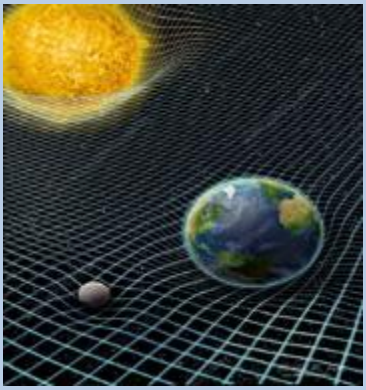
مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 131) 2025, pp. 80-102

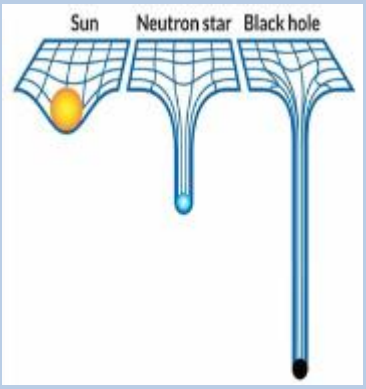




شكل (4) نسيج الزمكان بشكله الثنائي والثلاثي الأبعاد وكيف يتمتع الزمكان بانحناء أيجابي بالقرب من المادة الجاذبة (الأجسام)، فعندما يدور جسم حول جسم آخر، فإنه يبدو وكأنه يتحرك في مسار منحني.

المصدر :https://mail.almerja.com/azaat/indexv.php?id=10981





شكل (5) يوضح مقدار الانحناء يعتمد على كتلة الجسم
المصدر: https://www.syr-res.com/article/10425.html

نسيج الزمكان وعلاقته بالتصميم البارامتري:

إن الزمكان المنحني لأينشتاين، وهو امتداد مباشر لفكرة (ريمان) عن الفضاء المنحني ، إذ يتبع الجسيم خطاً جيوديسياً مشابهاً إلى حد ما للطريقة التي تتبع بها (كرة) على سطح ملتوي مساراً يحدده الالتواء. وهذا ينطبق على فكرة التصميم البارامتري للأشكال المتماهية داخل الفضاء الأقليدي، فلو تصورنا ذلك من خلال تخيل قطعة قماش مثبتة بإحكام في الزوايا الأربع لفضاء مربع الشكل، مع وضع كرة بولينج في وسط قطعة القماش لتمثيل الأرض. سوف تتدلى كرة البولينج في المنتصف محدثتاً تشويه وانحناء للقماش. بعد ذلك يمكن أن نأخذ كرة تنس وقذفها حول حافة الغطس لكرة البولينج. بمعنى آخر، يمكنك جعل كرة التنس تدور حول كرة البولينج. مع الأخذ بفكرة أنه لا توجد قوة جذب داخل هذا الفضاء الاقليدي. كرة البولينج سوف تسحب كرة التنس بسبب الانحناء الكبير (الانبعاج) الذي شكلته الكرة البولينج مقارنة بكرة التنس. اي أن كرة التنس تتبع التشوه الأكبر للنسيج الذي أحدثته كرة البولينج ببساطة. وهكذا لو اخذنا عدة كرات أو أشكال مختلفة بحجوم متفاوتة وتم تسقيطها على النسيج، فإن الشكل الناتج من تشوه هذا النسيج هي أشكال بارامترية لاإقليدية منحنية. والنسيج الزمكاني هنا يقابل ال (Mesh and NURBS) في البرامج التصميمية الرقمية التي يتم عن طريقها التحكم بالشكل عبر النقاط وحواف المربعات المكونة لها (بالطي والشد والسحب).ويتم تطبيق مبدئ نسيج الزمكان في التصميم البارامتري وفق عدة اليات هي:

1- **هندسة النيربس (NURBS)**:

والمعروفة بالمنحنيات العقلانية غير المنتظمة (Non-Uniform Rational B-Spline) ، تُعد تمثيلات رياضية هندسية في الفضاء ثلاثي الأبعاد، تتميز بقدرتها على تشكيل أي شكل بمرونة ودقة عالية، بدءاً من الخطوط ثنائية الأبعاد كالدائرية والأقواس والمنحنيات، وصولاً إلى الأجسام المعقدة أو الأسطح العضوية الحرة في الأبعاد الثلاثية. تُستخدم هذه الهندسة في جميع مراحل تصميم وتطوير الأشكال، وحتى في إنتاج القطع وإنشاء الأسطح. ظهرت هذه الأسطح لأول مرة في الخمسينيات من القرن العشرين بفضل مجموعة من المهندسين والمصممين الذين كانوا بحاجة إلى طريقة لتسهيل التعامل مع الأسطح الحرة، خاصةً لمصممي السفن والسيارات. وفي الستينيات، تمكنوا من تطوير تقنية للتحكم بهذه الأسطح، ونجحوا في تطبيقها في برامج التصنيع بمساعدة الحاسوب (CAM)لشركات السيارات. ومنذ ذلك الحين، أصبحت هذه التقنيات أساسية في جميع برامج التصميم بمساعدة الحاسوب (Caneparo,2013:36)، ومرت أسطح النيربس بمراحل عديدة من التطوير لتحقيق طرق فعالة للتحكم، مما جعلها معياراً صناعياً لتصميم الأسطح ونمذجته (Jabi, 2013:15). خاصةً المنحنيات المعقدة لسهولة معالجتها بشكل تفاعلي. كما تميزت هذه الأسطح بقدرتها على دمج السطوح البارامترية والكيانات المنحنية في النمذجه الحاسوبية بطرق سريعة وبأقل كمية من البيانات لإنشاء الأشكال الهندسية سواء كانت خطوطاً أو مجسمات ذات أسطح نحتية معقدة. وتعتمد معظم برامج النمذجة الرقمية الحديثة على تقنيات النيربس لنمذجة الأسطح بكفاءة وفعالية.كما في الاسلوب المتبع في تصميم Burnham pavilion شكل (6). في شيكاغو الولايات المتحدة شكل والذي يعد نتيجة مباشرة لإستخدام الاشكال الهندسية المنحنية والتي تم تطويرها بإستخدام (NURBSفي بيانات التصميم.

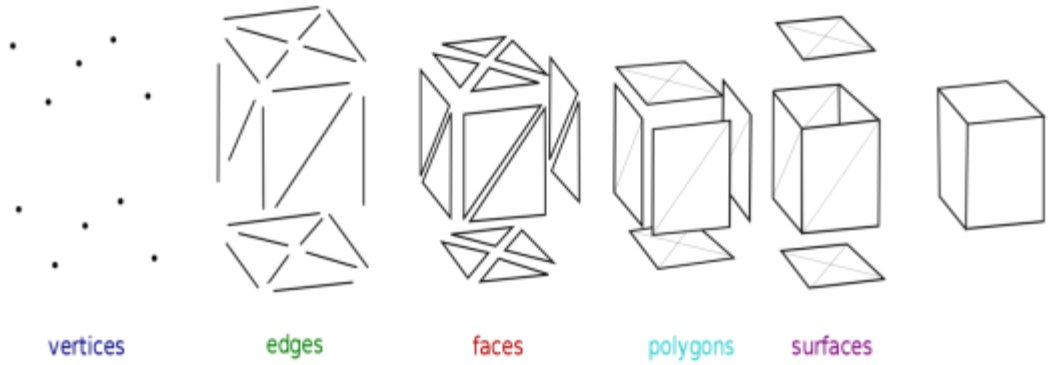
شكل (6) يوضح إستخدام NURBS في بيانات التصميم للفضاء العائم متعدد الاتجاهات لجناح Burnham في الولايات المتحدة

المصدر : https://archello.com/project/burnham-pavilion

2المشبكات Meshes:

طريقة بديلة لخلق وتعريف هندسة الأشكال الحرة والمعقدة باستخدام الشبكات (Mesh) وتقسيماتها الفرعية، وتهتم هذه الشبكات بالرسم الحاسوبي والنمذجة الهندسية للأشكال بالبرمجيات الرقمية، وتستخدم تمثيلات مختلفة للشبكات المضلعة بتطبيقات مختلفة وأهداف محددة، ويمكن أن تجري عليها مجموعة من العمليات مثل العمليات المنطقية (Boolean) والتنعيم (Smoothing)

والتبسيط (Simplifying) وغيرها. والتي تمكن من تعديل السطوح للحصول على الهيئة المطلوبة لها(Dennis,2002:242). ويتم تمثيل الشكل بأنماط شبكات مضلعة، وأكثرها استخداماً المضلعات (polygon) والسطوح متعددة الأضلاع (polyhedral). من خلال ترتيب مجموعة من القمم والحواف والأوجه التي تعرف هيئة الشكل في الرسم الحاسوبي أو النمذجة المجسمة، وتتكون بصورة أساسية من القمم النقطية (vertex) وهي نقطة محددة الموقع في الفضاء وتصف زوايا التقاطع للمضلع مع إحداثيات الملمس واللون وغيرها من الخصائص، والحدود (edge) تمثل الخطوط الرابطة بين نقطتين، والأوجه (faces) هي تشكيلة مغلقة من الحواف ويحدد الشكل الهندسي لها اعتماداً على عدد الحواف (ثلاثي، رباعي، الخ)، وتحدد هذه الأوجه المضلع (polygon) الذي يكون متحد المستوى بمجموعة من الأوجه، أو السطح (surface) المكون من مجموعة من الأوجه المستمرة بانتقال ناعم .الشكل (7).



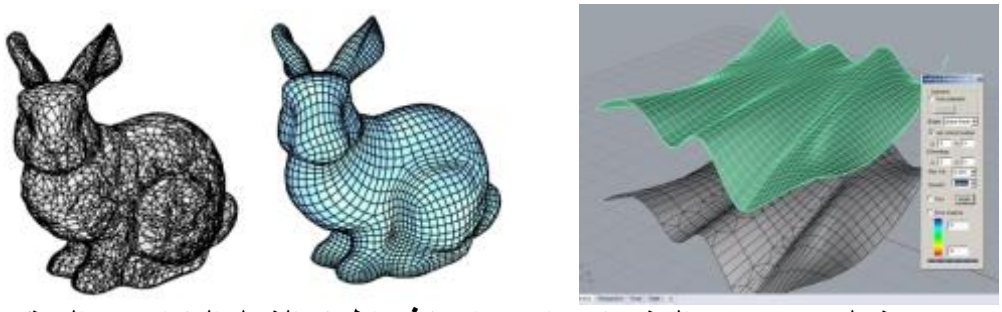
شكل(7) يمثل الاجزاء الرئيسية لهندسة المشبكات

المصدر:https://en.wikipedia.org/wiki/Polygon_mesh

وهناك نوعان من المشبكات (Meshs)هما:

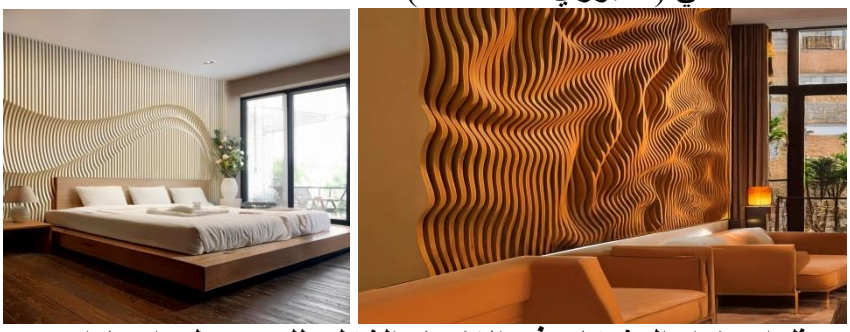
أ -المشبكات الحجمية (Volumetric mesh) لتمثيل السطح والهيكل والحجم.

ب-المشبكات المضلعة (polygon mesh) وتقتصر على السطوح والحجم ضمنها لتبسيط البيانات وعملية (rendering) الاظهار الشكلي ضمن البيئة الرقمية. وتتمثل قدرة (Mesh) بتجزئة أي سطح أو شكل إلى أجزاء متعددة أصغر تسهّل السيطرة والتحكم بالشبكة لإجراء التغيرات المطلوبة على الشكل مع إمكانية إجراء العمليات الطوبولوجية (الطي والحني والتمديد) على أي جزء من الشبكة وتحويل الأشكال الأساسية إلى أشكال حرة جديدة. وتحديد هيكلي لأي شكل غير منتظم عن طريق اكسائه بشبكة إطارية رفيعة (wire frame) لتسهيل التحكم بالسطوح المضلعة للتكوين الأساسي (علي سعيد،2015: 25). كما في الشكل (8).



شكل (8) يوضح المشبكات واستخدامها في اظهار الشكل البارامتري المعقد
المصدر: https://docs.mcneel.com/rhino/7/help/en-us/commands/quadremesh.htm

وتعد المشبكات والمنحنيات العقلانية غير المنتظمة من الأليات الأساسية في التصميم البارامتري والتي يتم بواسطتها التحكم بالاشكال في البيئة الرقمية عبر التحكم بعناصرها الاساس (كالنقاط، المضلعات، الحواف، الاوجه) كما في تصميم الجدار الداخلي البارامتري في الشكل (9). مما يحقق مبدأ المرونة في الفضاء المصمم باراميترياً، إما إنشائياً عن طريق إنشاء عناصر تصميمية تتحقق بها صفة المرونة، أو تشكيلياً وذلك عن طريق التعامل الجيد مع الأسس التصميمية لتحقيق المرونة داخل الفضاء الداخلي (الجبوري،53:2015).



شكل (9) يمثل استخدام المشبكات في الاضهار الشكلي للتصميم لجدار بارامتري متماهي
المصدر: https://www.craftivaart.com/ar/pages/parametric-art

وبالتالي يمكن توضيح العلاقة بين نسيج الزمكان والتصميم البارامتري بالجدول التالي .

جدول (1) يوضح العلاقة بين التصميم البارامتري والنظرية النسبية (نسيج الزمكان)
المصدر: الباحث

نسيج الزمكان	امتداد مباشر لهندسة ريمان عن الفضاء المنحني	قائم على فكرة تشوهات النسيج الشبكي
التصميم البارامتري	امتداد مباشر لهندسة ريمان عن الاشكال اللاإقليدية	قائم على فكرة تشوهات ال (Mesh and NURBS)

وتم محاكاة نسيج الزمكان الثنائي البعد محاكاة مباشرة في التصميم الداخلي كما في الشكل (10) الذي يوضح استخدام تراكيب مصممة بارامترياً لشكل شبكي منحني مع مجموعة من الكرات تمثل الكواكب واعطاء الانحناء الاكبر للنسيج لتراكيب الاضاءة كونها تشكل وزناً حجمياً اكبر .

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 131) 2025, pp. 80-102

شكل(10) يوضح محاكاة نسيج الزمكان الثنائي البعد محاكاة مباشرة في التصميم الداخلي
المصدر:
https://www.pinterest.de/pin/art-installations--/752453050259416122

كما ان موقع **rhinocwros CAD 3D** المختص بتعليم التصميم ببرنامج راينو كراسهوبر البارامتري، نشر بتاريخ 2024/5/19 . تمرين عن امكانية تشويه شبكة ال Mesh من خلال تطبيق قوة مشابهة للجاذبية مع تقييد حركة القمم في الاتجاهين (X and Y). كما نشر مبدأ الاصطدام وكيفية انجذاب الكرات الصغيرة بفعل الانحناء تشويه الشبكة. كما في الشكل (11).

شكل (11) يوضح تمرين في برنامج راينو كراسهوبر عن فكرة الجاذبية وتشويه الشبكة لانشاء تصاميم منحنية بفعل قوى . وفكرة الجاذبية والاصطدام على الشكل المنحني .
المصدر:
https://m.facebook.com/groups/292728024084820/permalink/8022053217818890/?mibextid=w8EBqM

الدراسات السابقة

- **سويدان (2017)جامعة دمياط . مصر**

(مفهوم البارامتري وتطبيقاته في التصميم الداخلي والاثاث)

تناولت الدراسة مفهوم البارامترية كتقنية جديدة مستحدثة في برامج التصميم باستخدام الكمبيوتر عبر برامج المايا والراينو وهو طراز جديد ومهم ظهر بعد الحداثة. وهو يعتني بإيجاد تصميم ملائم لمختلف المجالات التي يتعاطى بها، بدءاً من العمارة، والتصميم الداخلي ومروراً بالأثاث وأدق تفاصيل المعالجات وهو يمتاز بخصائص مميزة نتيجة اعتماده على الوحدات Proto type التي تجعله مرناً ومتنوعاً، كما أن أي تعديل على جزء من التصميم يتم تعديله على بقية التصميم بأكمله بصورة تلقائية مما يوفر الجهد والوقت كما أنه ينفرد بتعامله السلس مع الكتل المعقدة والأنظمة البنائية شديدة التعقيد ليوظف تلك المفاهيم في تصميمات مبهرة غاية في التعقيد وموائمة للعصر ،كما يمتاز بإمكانية الحصول منه على تصميم ديناميكي وأيضا تصميم مستدام عبر مبدأ إعادة توظيف واستخدام مواد الانهاء، مما يجعله تصميم يكاد يكون متكامل.(سويدان ، 2017).

- **راشد واخرون(2019). مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنساني (التصميم البارامتري كمدخل لإستلهام الطبيعة في تصميم المنتجات)**

تناولت الدراسة الشكل كونه أحد أهم العناصر وأقوي الجوانب المعبرة عن التصميم البارامتري فقد شملت البارامترية تغيراً كبيراً في الشكل الهندسي والجوانب الجمالية والتي تعتبر الجوانب الأكثر بروزاً والمميزة له. فلغة أي اتجاه تصميمي تعرف بصرياً من خلال انماطه الهندسية أو الأشكال القائمة عليها والتعريف بما وراء المبادىء التي تحدد جوهر هذا الاتجاه، وقد تم استخدام مصطلح البارامترية في التصميم على انه اتجاه تصميمي مميز ومحدد الخصائص يلعب الشكل دوراً بارزاً فيه باعتباره اللغة المعبرة عنه . (راشد واخرون،2019)

مؤشرات الاطار النظري :

1- إنشاء أشكال وهياكل داخلية مستوحاة من تشوهات نسيج الزمكان يكون عبر مفهوم التشوهات الهندسية لل(Mesh and NURBS) في التصميم البارامتري، مما ينتج عنه فضاءات داخلية ذات جمالية ديناميكية معقدة وفريدة.

2- تحولات الأشكال في البيئة الرقمية وتطويعها يكون عبر التحكم بعناصرها الاساس (كالنقاط، المضلعات، الحواف، الاوجه)

3- تتمثل قدرة (Mesh) بتجزئة أي سطح أو شكل إلى أجزاء متعددة أصغر تسهّل السيطرة والتحكم بالشبكة لإجراء التغيرات المطلوبة على الشكل مع إمكانية إجراء العمليات الطوبولوجية (الطي والتقسيم أو التجزئة والتمديد) على أي جزء من الشبكة وتحويل الأشكال الأساسية إلى أشكال حرة جديدة. وتحديد هيكلي لأي شكل غير منتظم عن طريق اكسائه بشبكة إطارية رفيعة (wire frame) لتسهيل التحكم بالسطوح المضلعة للتكوين الأساسي .

4- حجم وكتلة المحددات الضاغطة في الفضاء الكلاسيكي هي المؤثر الاساس في تشكيل الهيكل للتصميم الداخلي البارامتري كونها تشكل وزناً حجمياً اكبر ، والتي يمكن تعديلها أو تكييفها بناءً على كيفية تأثير الكتل على نسيج الزمكان. مما ينتج عنه فضاءات داخلية ذات جمالية ديناميكية وفريدة.

منهجية البحث

اعتمد البحث المنهج الوصفي في (تحليل العينة)، بوصفه الأسلوب الأنسب والأكثر مواءمة للوصول إلى تحقيق شامل لأهداف البحث. إذ تم اعتماد المؤشرات التي جرى استنباطها من الإطار النظري في بناء استمارة التحليل بوصفها أداة للبحث، إذ تتضمن هذه الاستمارة المتغيرات كافة التي تُمكّن الباحث من تحديد رؤية واضحة في استكشاف الإمكانات الإبداعية الناشئة عن توظيف المفاهيم المتقدمة في الفيزياء النظرية، ولا سيما تشوهات نسيج الزمكان المستمدة من النظرية النسبية العامة، في مجال التصميم الداخلي البارامتري. وتحليل مدى قدرة هذه المفاهيم على تحفيز الابتكار في صياغة أشكال وهياكل تصميمية غير تقليدية، بما يسهم في تطوير حلول تصميمية ديناميكية تتفاعل مع السياقات المكانية للفضاءات المعاصرة، وتعزز من تكامل البعد الجمالي والوظيفي في الفضاءات الداخلية.

مجتمع البحث :

يتضمن مجتمع البحث الحالي مشاريع تصميم داخلي منفذة لاربع مكاتب تصميمية متخصصة في مجال العمارة والتصميم الداخلي البارامتري، اختيرت بشكل قصدي من مناطق متفرقة حول العالم. وجاء اختيارها بناءً على ما يلي :

1- تنوع شكلي ووظيفي ومفاهيمي.

2- تضم المشاريع في تصاميمها تطبيقات بارامترية وفق ستراتيجيات معينة تم اتباعها في التصميم والتصنيع وهو ما يحقق هدف البحث الحالي.
3- المشاريع منفذة داخل فضاءات قديمة وتاريخية واخرى حديثة البناء مما يعطي تصور حول التحديات القابلة للحل وفق شكل الفضاء .
4- تنوع في مواد الانهاء الداخلة ضمن العملية التصميمية مما يحقق ما يهدف إليه البحث. كما في الجدول التالي :

ت	اسم المشروع التصميمي	موقع المشروع	المصمم	سنة التصميم
1	BANQ-restaurant	الولايات المتحدة الامريكية	Nader Tehrani and MonicaPoncede Leon	2008م
2	Nine Bridges Golf Clubhouse	سيول كوريا الجنوبية	Shigeru Ban	2010م
3	الجناح رقم 2	جامعة مازندران ايران	Metropolitan Studio of Architecture (MSA)	2017م
4	GUANGLIAN ICC CLOUD CENTER	جينجوي الصين	YiChen&Muchen Zhang	2019م

عينة البحث :
اختيرت العينات بأسلوب قصدي انتقائي بما يتوافق مع هدف البحث والاقرب لتحقيقه، تضمنت:
1- مطعم BANQ-restaurant، بوسطن الولايات المتحدة الامريكية. 2008م
2- مركز GUANGLIAN ICC CLOUD، جينجوي الصين .2019م
واختيرت وفق الاسباب التالية :
1- تفاوت زمني وجغرافي في تصميم المشاريع.
2- اتباع اليات وتقنيات مختلفة في التصميم والتنفيذ .
3- اختلاف المباني بين مبنى قديم تاريخي يتضمن محددات ضاغطة واخر حديث متزامن التشييد المعماري والتصميم الداخلي.

أداة البحث :
من أجل الوصول إلى أهداف البحث، ونظراً لعدم توفر أداة جاهزة، تم تصميم (استمارة محاور التحليل)* استناداً إلى المؤشرات المستخلصة من الإطار النظري لتحليل النموذجين.

وصف وتحليل النماذج :

اولاً :مشروع BANQ-restaurant

1- الموقع/ 1375 شارع واشنطن، بوسطن، ماساتشوستس، الولايات المتحدة الامريكية
2- سنه التصميم والتنفيذ /2008م
3- مساحة المشروع / 446م2
4- المكتب الهندسي / دا، وشركة Office dA, Inc.

* ينظر ملحق (1)

5- تصميم المشروع / نادر طهراني، مونيكا بونس دي ليون (Nader Tehrani, Monica Ponce de Leon)

الوصف

يقع مطعم BANQ في الطابق السفلي لمبنى تاريخي في بوسطن، الولايات المتحدة. ويقع في قاعدة بنك Penny Savings Bank القديم، في مبنى يعود إلى أوائل القرن العشرين مهجور لسنوات في بوسطن. يتميز بسقف مرتفع يصل إلى حوالي 20 قدماً. المطعم يتكون من طابق واحد كبير، إلا أن التصميم الداخلي يجعله يبدو وكأنه يحتوي على مستويات متعددة بسبب استخدام منصات متفاوتة الارتفاع. منطقة تناول الطعام الرئيسية: تحتوي على طاولات مختلفة الأحجام .منطقة البار: تقع في الزوايا الشمالية الشرقية للمطعم، المطبخ المفتوح جزء من جاذبية المطعم الذي يمكن للزبائن رؤية الطهاة وهم يعملون يقع في الجانب الشمالي الحمامات: تقع في الجهة الخلفية الجنوبية للمطعم، وتتميز بتصميمها العصري والنظيف. الخامات المستخدمة في التصميم الداخلي: الخشب الرقائقي (Plywood)، استخدم بشكل كبير في تصميم السقف المتموج، والذي يعد من أبرز معالم التصميم الداخلي للمطعم. الخشب المستخدم من نوع البتولا، الهيكل الحامل للخشب من الفولاذ المقاوم للصدأ واستخدم في تجهيزات المطبخ وبعض عناصر التصميم الأخرى.الزجاج: تم استخدامه في الحواجز والتفاصيل الأخرى، ليعطي إحساساً بالانفتاح والشفافية. الإضاءة: تم تصميم الإضاءة بشكل دقيق ومدروس ضمن مستويات تصميم السقف. كما في الشكل (12)

شكل (12) يوضح التصميم الداخلي البارامتري لمطعم BANQ-restaurant . وتوزيع الاثاث والاضاءة
المصدر: https://www.yatzer.com/BANQ-restaurant-by-Office-dA

التحليل :

اولاً : تجزئة وتحولات الأشكال الطبولوجية لانشاء أشكال وهياكل مستوحاة من تشوهات نسيج الزمكان في البيئة الرقمية:

إن الهدف الرئيسي من المشروع هو تقديم تجربة تناول طعام فريدة وجذابة، تجمع بين الأناقة والحداثة. واستغلال المساحة بشكل مثالي لضمان تدفق سلس للحركة وتوفير الراحة للزوار. وان فكرة التصميم هو خلق بيئة مشابهه لشكل وشعور (حقل القصب)، لذا فقد استخدم المصمم الألواح الخشبية المنحنية بأسلوب بارامتري لتعكس هذا الإحساس. عبر الاستعانة بالتصميم البارامتري لتحقيق ذلك المبتغى، إذ توفر التقنيات الرقمية امكانات هائلة لمحاكاة النظم الطبيعية (حركة وتموجات حقول القصب). لتوليد أشكال معقدة لا إقليدية عبر التحكم بعناصر الأشكال الأساسية الاقليدية. من إنشاء شبكة (Mesh) نظامية بإبعاد الفضاء الكلاسيكي ومن ثم التحكم بهذه الشبكة حاسوبياً عبر التلاعب ب(النقاط، الحواف، الاضلاع، الوجوه). لإنشاء تشوهات في الشكل الشبكي بأسلوب مشابه لتشوهات

نسيج الزمكان عند تأثره بقوى كحجم وكتله الاجسام. وبعدها يتم الاستعانة بهندسة النيربس (NURBS)، للوصل الى انحناءات غير حادة بتعديل نقاط الشبكة لتشكيل الانحناءات والتشوهات التي تقابل فكرة تشوهات نسيج الزمكان. وهذا يتطلب تحريك النقاط وإعادة تشكيل الوجوه للحصول على الأشكال المطلوبة. باستخدام أدوات مثل Subdivision Surface لزيادة دقة الشبكة وإضافة تفاصيل أدق. لإنشاء NURBS Curves يتم استخدام أدوات مثل Rhino أو Maya . عبر التحكم (control points) يمكن تعديلها لتحقيق الأشكال المنحنية بدقة. مما يتيح امكانية الحصول على تكوين انسيابي متموج حسب قناعات المصمم وبما يتوافق مع الفضاء ومسارات الحركة والارتفاعات المناسبة للفضاء ، ثم يتم اتباع ستراتيجية مناسبة لإلية التصنيع واخراج الشكل النهائي وهنا تم اتباع الية التقسيم و تجزئة الشكل الى الواح تسمح بتصنيع التصميم بتقنية ال(cnc) ، إذ تم استخدام خامة خشب البتولا وبما يقارب 5500 لوح خشبي كونها مواد محلية ومستدامة، مع مراعاة تقليل الهدر في عملية التصنيع. لخلق شعوراً بالحركة والتدفق داخل الفضاء. وتم مراعاة توزيع الاضاءة ضمن التصميم البارمتري واثناء عملية التصميم إذ استخدمت إضاءة خافتة ودافئة لتعزيز الجو العام، مع إضاءة مركزة على الطاولات لإبراز الطعام. وتم تصميم الأثاث خصيصاً للمطعم، مع مراعاة الراحة والجمالية، واستخدام مواد متينة وسهلة الصيانة.

ثانياً : تأثير حجم وكتلة المحددات الضاغطة على التصميم الداخلي البارامتري:

كون المبنى الذي يضم المطعم هو بنك تاريخي، لذا كان من الضروري الحفاظ على بعض العناصر التاريخية والتكامل معها. مثل الأعمدة والجدران، وتم دمج التصميم الحديث بطريقة لا تضر بالقيمة التاريخية للمبنى. لذا شكلت الاعمدة والجدران ضاغطاً تصميمياً وتحدياً استغله المصمم بأسلوب ذكي عبر جعل الجدران القديمة عموماً و الأعمدة خصوصاً مجال لقوى تم ادخالها ك (بارامترات) لتشكيل انحناءات قوية بأسلوب تأثير الأجسام والكتل الكبيرة على نسيج الزمكان وخلق التشوهات التي نادى بها اينشتاين في النظرية النسبية العامة فجاء التصميم متدفق من الاسفل عند مستوى الارض نحو الاعلى بتموجات غير منتظمة لكنها متسقة ومترابطة ومستمرة بانسيابية وبطرق مبتكرة لتحقيق تجربة فريدة للزوار. إذ حصل التصميم على إشادة واسعة من النقاد والجمهور، واعتبر نموذجاً للابتكار في التصميم الداخلي. ومثالاً رائعاً على كيفية دمج التصميم الحديث مع التاريخي، واستغلال الفضاء بشكل مثالي . كما في الشكل (13)

شكل (13) يوضح مرحلة التصميم وكيفية الاعتماد على المحددات الضاغطة لأنشاء تدفق التصميم بأسلوب مشابه لتشوهات الزمكان

المصدر التصميم: https://www.yatzer.com/BANQ-restaurant-by-Office-dA
مصدر صورة تشوه الزمكان: https://mail.almerja.com/more.php?idm=199380

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 131) 2025, pp. 80-102

مشروع Guanglian ICC Cloud Center
1- الموقع /2628، طريق جاولنج الشمالي، منطقة جينجوي، مقاطعة خبي، الصين
2- سنه التصميم والتنفيذ / 2019 م
3- مساحة المشروع / 2400م2
4- المكتب الهندسي / Beijing Fenghemuchen Space Design
5- تصميم المشروع / يي تشن وموشين تشانغ (Yi Chen & Muchen Zhang)
الوصف

السقف هو التركيز البصري للمساحة بأكملها، و السحابة هي موضوع التجربة المكانية، مع تصميم بارامتري يدمج المساحات لكافة فضاءات المبنى بتواصلية. تنتشر "السحب" من منطقة المكتب المفتوحة في الطابق الاول إلى منطقة خدمة المقهى في الطابق الارضي، ليشكل ذروة في سقف الردهة (البهو الرئيس). وتتدفق ثلاث مجموعات من "السحب" من ارتفاع 10 أمتار من مادة الخشب الالمنيوم، وتتصل وتؤثر على المساحة بأكملها في بطريقة غير متناسقة ولكنها منظمة وفق معايير مقصودة. يهيمن على اللوحة العامة للتصميم اللون الطبيعي للخشب، والهيكل الفولاذي الحامل للتصميم والشبكات المعدنية لوحدات عرض الكتب ومحجر السلم باللون الرمادي الداكن. الطابق الأول والطابق الثاني عبارة عن مساحة خدمة مشتركة لمبنى المكاتب. وهي تتكون من مناطق وظيفية مثل العرض والمركز التفاعلي، ومساحة العروض الترويجية متعددة الوظائف، ومنطقة المكتب المفتوحة، وغرف الاجتماعات المستقلة، وغرف المفاوضات التجارية، ومنطقة القراءة المشتركة، والمقهى، وبار الكتب. التصميم الداخلي العام للسقف عبارة عن أشكال إقليدية شبكية متسقة من الخشب تتشوه ضمن أماكن محددة مختارة قصدياً تتدلى الى الاسفل حسب الارتفاعات الناتجة من إنفتاحية المكان لتشكل ثلاث سحب. كما في الشكل (14)

شكل يوضح التصميم الداخلي البارامتري لمشروع Guanglian ICC Cloud Center من تصميم / يي تشن وموشين تشانغ Yi Chen & Muchen Zhang) المستلهم من حركة السحب
المصدر:
https://archello.com/project/guanglian-icc-cloud-center

التحليل:

اولاً : تجزئة وتحولات الأشكال الطبولوجية لانشاء أشكال وهياكل مستوحاة من تشوهات نسيج الزمكان في البيئة الرقمية

يعتبر سقف مشروع Guanglian ICC Cloud Center من أبرز العناصر المعمارية التي تمثل الاستخدام المبتكر للتصميم البارامتري. يتميز هذا السقف بتصميمه الديناميكي والمتكامل مع الجمالية العامة للمبنى، بالإضافة إلى تحقيقه لعدة أهداف وظيفية مثل تحسين الإضاءة الطبيعية والتهوية. إذ استُلهم تصميم السقف من الأشكال الطبيعية الموجية والحركية للسحب، مما يعكس إحساساً بالانسيابية والديناميكية. تم دمج الأشكال الهندسية المتكررة والمتباينة لتحقيق تكوين بصري معقد وجذاب. وذلك عبر الاستعانة ببرامج مثل Rhino وGrasshopper لإنشاء نموذج بارامتري للسقف. هذه البرامج تسمح بتحديد معايير وقواعد التصميم بشكل ديناميكي وتفاعلي. عن طريق انشاء شكل شبكي نظامي لمجمل السقف بعد تحديد الأبعاد الكلية للسقف والأجزاء المكونة له، بما في ذلك ارتفاع السقف وانحناءاته. لتجسيد رؤية تصميمية حديثة تتكامل مع بيئة المبنى المحيطة، وتعزيز الاستدامة من تحسين استخدام الضوء الطبيعي وتقليل استهلاك الطاقة.

بعدها تم تحديد الأشكال والأنماط الهندسية التي ستستخدم لتحقيق الجاذبية البصرية والانسيابية. عبر الانموذج البارامتري، عبر اجراء تشوهات للشكل الشبكي بناءً على تحديد النقاط والاضلع والحواف لأجزاء الشكل الشبكي وعمل استطالة لها بسحب مجموعة نقاط التي تمثل مناطق التقاء وتقاطع اضلاع الشكل الشبكي بأسلوب توجيه قوى عليها حاسوبياً. اذ بدأ الفريق بتصميم نموذج أولي يوضح الشكل العام للسقف، مع التركيز على الانحناءات والأشكال الموجية المستلهمة من السحب. بعدها تم إجراء عدة تكرارات للنموذج الأولي، حيث يتم تعديل المعايير والقواعد بناءً على التحليل والتغذية الراجعة لتحقيق التصميم الأمثل. ولجعل الانحناءات التي تمثل التشوهات لنسيج الزمكان اكثر انسيابية ونعومة تم الاستعانة بالمنحنيات العقلانية غير المنتظمة (NURBS). لتحويل الشكل الإقليدي الى شكل لا إقليدي طوبولوجي في اماكن محددة تم من خلالها مراعاة الارتفاعات وزاوية الرؤية لجعل الانحناءات نقاط سيادة تضفي جمالية لعموم التصميم. كما تم تحديد الأماكن المثلى للفتحات والتجاويف لتحقيق إضاءة متوازنة. مع مراعاة تدفق الهواء من خلال الفتحات والتجاويف الموجودة في السقف. إذ ساعد التحليل التصميمي البارامتري في تحسين توزيع الهواء والتهوية الطبيعية. عبر استخدام الخوارزميات وادخال كافة المعايير كبارامترات اسهمت في اخراج التصميم بشكله النهائي بعد استخدام ستراتيجية التقسيم والتجزئة التي تسهم في سرعة التنفيذ والتصنيع والتركيب للشكل التصميم الذي حافظ على الشكل الشبكي النظامي في اجزاء والطي والانحناء لشكل السحب في اجزاء اخرى.

ثانياً : تأثير حجم وكتلة المحددات الضاغطة على التصميم الداخلي البارامتري:

إن الهدف من المشروع هو إنشاء مركز أعمال متكامل يتضمن مساحات مكتبية، مناطق تجارية، ومرافق ترفيهية مع تصميم داخلي يعكس الابتكار والتكنولوجيا المتقدمة. إذ تم استخدام برمجيات التصميم البارامتري مثل Rhino و Grasshopper في تصميم مجمل المركز وخصوصاً السقف. هذه الأدوات تسمح بإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد قابلة للتعديل بسهولة من تغيير المعايير المحددة. لذا لم تشكل المحددات اي ضاغط كون التصميم المعماري للمركز جاء حديثاً ومتواكباً مع التصميم الداخلي. لذا فأن الية انشاء الانماط المنحنية كان موجهاً باسلوب قصدي من قبل المصمم في تحديد ارتفاع الثنية والانبعاج وعدد الطيات وأماكنها عبر توجيه قوى على الشكل الشبكي وتشويه ال(Mesh). و تحديد

مجموعة من المعايير التي تؤثر على التصميم، مثل الأبعاد الهندسية، التوزيع المكاني، مواد البناء، والإضاءة. هذه المعايير يمكن تعديلها بسهولة لتلبية الاحتياجات الوظيفية والجمالية للفضاءات الداخلية. إذ هيمن على اللوحة العامة للتصميم اللون الطبيعي للخشب، والذي يتناقض مع اللون الرمادي الداكن للفولاذ البارد. مما يخلق الدفء الطبيعي للخشب واللمسة الصناعية للمعدن تباينًا وصراعًا قويين. الخشب بمثابة الجلد والصلب هو الهيكل العظمي. إذ جمع المصممون بذكاء بين الحداثة والراحة لنقل تأثير نفسي وعاطفي أكثر شمولاً.

نتائج البحث:

أدت الدراسة التحليلية لعينة البحث إلى مجموعة من النتائج التي يمكن تلخيصها على النحو التالي:

- أثبتت الدراسة في كلا النموذجين إمكانية تجزئة وتحويل الأشكال الطوبولوجية بهدف إنشاء تكوينات وهياكل مستوحاة من تشوهات نسيج الزمكان ضمن البيئة الرقمية. وقد تم تحقق ذلك من خلال التحكم في العناصر الأساسية للأشكال، بدءاً من إنشاء الشبكة الثنائية الأبعاد المنتظمة، ثم إجراء التشوهات عبر التلاعب ب(النقاط، الأضلاع، الحواف، الأسطح)، مما أدى إلى توليد أشكال ثلاثية الأبعاد غير منتظمة.
- كما تم تحقق هندسة NURBS في كلا النموذجين للوصول إلى أشكال غير إقليدية تتميز بانحناءات سلسة وغير حادة، وهو ما يعزز مفهوم الطي والانبعاج المستوحى من تأثير الكتلة والحجم على نسيج الزمكان.
- أسهم استخدام كل من Mesh & NURBS في تحقق تجزئة الأشكال وإجراء التحولات الطوبولوجية على الكتلة التصميمية بعد عمليات التقسيم، مما ساعد على تيسير عمليات التصنيع والتركيب داخل الفضاء. وتعد استراتيجيات التقسيم والتجزئة من الأدوات الأساسية في تحقيق الأشكال التصميمية القابلة للتنفيذ، لا سيما في حالة التكوينات المنحنية المعقدة.
- في النموذج الأول، تم إثبات إمكانية الاستفادة من المحددات الضاغطة وإدراجها كعناصر بارامترية ضمن العملية التصميمية الرقمية، مما يتيح دمجها ضمن النظام البارامتري مع ضمان الحفاظ عليها، خاصة في الحالات التي تكون فيها هذه المحددات غير قابلة للإزاحة أو عند العمل ضمن مبانٍ تاريخية.
- لم يتحقق تأثير حجم وكتلة المحددات الضاغطة على التصميم الداخلي البارامتري في النموذج الثاني، نظراً لكون الفضاء يقع ضمن مبنى حديث. وبدلاً من ذلك، تم دراسة الهيكل الإنشائي بطريقة تتوافق مع التصميم الداخلي البارامتري، إذ لجأ المصمم إلى توجيه قوى الشد تلقائياً على الشكل الشبكي بهدف تحقيق التكوينات المنحنية في مناطق محددة من التصميم، مع مراعاة الأبعاد المطلوبة، بما في ذلك ارتفاعات الأسقف ومسارات الحركة الأفقية والرأسية.

الاستنتاجات :

1. يُظهر البحث أن مفهوم نسيج الزمكان، المستوحى من نظرية النسبية العامة لأينشتاين، قد أسهم في إحداث تحول جذري في منهجيات التصميم الداخلي البارامتري. فقد استُلهمت فكرة تقوس وتشوه الزمكان في تطوير تكوينات داخلية مبتكرة تعكس ديناميكية الأشكال وانسيابيتها ضمن الفضاءات الداخلية .
2. تؤكد الدراسة أن دمج المبادئ العلمية للنسبية العامة مع تقنيات التصميم البارامتري يمكن أن يؤدي إلى نتائج تصميمية متقدمة. إذ تتيح المعادلات الرياضية المعقدة إمكانية تحويل المفاهيم

الفيزيائية النظرية إلى تكوينات بصرية ملموسة، مما يعزز كلاً من البعد الجمالي والوظيفي في الفراغات الداخلية.

3. يسهم التصميم البارامتري المستوحى من نسيج الزمكان في توفير تجارب حسية ديناميكية للمستخدمين، إذ تعمل التكوينات المصممة وفق هذا المنهج على إضفاء إحساس بالحركة والتدفق، مما يؤدي إلى تشكيل بيئات داخلية تتفاعل مع تغيرات الفضاء وتطوره المستمر.

4. رغم الإمكانات الكبيرة التي توفرها هذه المنهجية، إلا أن ثمة تحديات تقنية تتعلق بقدرة البرمجيات والأدوات الرقمية المتاحة على تحقيق التكوينات التصميمية المعقدة والمتنوعة. علاوة على ذلك، يتطلب هذا النهج مستوى عالٍ من الإبداع والابتكار من المصممين لضمان استغلال إمكاناته بشكل كامل.

5. يشكل توظيف مفاهيم النسبية العامة ونسيج الزمكان في التصميم الداخلي البارامتري مجالاً واعداً للتطور والابتكار، إذ من المتوقع أن تسهم التقدمات التكنولوجية في تعزيز إمكانات هذا الاتجاه، مما يتيح إنتاج تكوينات أكثر تعقيدًا وجمالية في المستقبل.

6. تؤكد الدراسة على أهمية التكامل بين تخصصات (الهندسة المعمارية، التصميم الداخلي، الفيزياء، الرياضيات) في تحقيق تصاميم بارامترية مستوحاة من النظريات العلمية المتقدمة. إذ يُعد هذا التعاون ضروريًا لاستكشاف رؤى وأفكار جديدة تسهم في رفع مستوى جودة وإبداع التصميمات الداخلية.

المصادر:

1) ألبرت. اينشتاين ، "النسبية: النظرية الخاصة والعامة". ترجمة مختار إبراهيم. الطبعة العربية. دار الطليعة. 1983.

2) الجبوري، أنس حميد مجيد: "مقومات المنشأ الفعال في النتاج المعماري المعاصر". بحث منشور. Journal of Engineering. مجلد 21. العدد11. 2015 .

3) الحجيمي. عامر عواد مناور ."الهندسة الاهليجية". بحث منشور جامعة بابل كلية التربية للعلوم الصرفة . 2023.

4) بوند، هيرمان. "الفضاء-الزمان والجاذبية". ترجمة محمد عبد الحكيم. الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1992.

5) راشد، أحمد يحيى، محمد، أسامة يوسف & ,الصعيدي. (2019). التصميم البارامتري كمدخل لإستلهام الطبيعة في تصميم المنتجات .*مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية* ,4(14) .

6) سويدان ،عبير حامد علي احمد "مفهوم البارامتري وتطبيقاته في التصميم الداخلي والاثاث" . بحث منشور . جامعة دمياط . 2017.

7) عبد الواحد سراج :"هندسة لاقليدية النشوء والارتقاء". الدار العربية للعلوم ناشرون. طبعة اول .2013م.

8) علي سعيد مجيد . "التكنولوجيا الرقمية وتطبيقاتها الهياكل المنشأية العضوية ". رسالة ماجستير . كلية الهندسة .قسم هندسة العمارة .جامعة بغداد .2015م.

9) محمد احمد راضي. "دراسة في بعض انواع هندسة الرياضياتوتاريخها في الحضارات القديمة". بحث منشور جامعة بابل. كلية التربية للعلوم الصرفة.قسم الرياضيات.2024م.

10) والدمان، روبرت إم. "النسبية العامة: المفاهيم الأساسية". ترجمة محمود حداد. دار التنوير، 2006.

11) Abel, Chris." Architecture, Technology And Process" . Architectural Press. 2004.
12) Caneparo, Luca. Digital Fabrication In Architecture, Engineering And Construction. Springer,2013 .
13) Delanda, Manuel." intensive science & virtual philosophi" . London: Continuum. 2002.
14) Dennis R. Shelden." Digital Surface Representation and the Constructability of Gehry's Architecture". Doctoral Thesis of Philosophy in the Field of Architecture: Design and Computation. 2002.
15) Einstein, Albert. Autobiographical Notes. Berlin, Germany: Albert Einstein Archives. 1949.
16) Einstein, Albert. Out of My Later Years. Philosophical Library, 1950.
17) Einstein, Albert. Relativity: The Special and the General Theory. Translated by Robert W. Lawson. Methuen & Co. Ltd., 1920.
18) Einstein, Albert. The Meaning of Relativity. Princeton University Press, 1955.
19) Frauendiener, Jörg. "Ripples in the fabric of space-time." Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania. Vol. 150. No. 1. 2016.
20) Gawell, E. Non-euclidean geometry in the modeling of contemporary architectural forms. *Journal Biuletyn of Polish Society for Geometry and Engineering Graphics*.Volume 24.2013 .
21) Giddings, Steven, James Abbott, and Karel Kuchař. "Einstein's theory in a three-dimensional space-time." General Relativity and Gravitation 16 (1984).
22) Herbert Meschkowski." Non-Euclidean Geometry". Princeton University Press. 2018.
23) Jabi, W. "Parametric design for Architecture". London. Laurence Kin Publishing. 2013.
24) Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .London : Taylor & Francis, 2005.
25) Smith, D. A. "Euclidean Geometry: History, Postulates, an Applications". Mathematical Journal. 25(3).2017. p115.
26) Stoops, Sarah Elizabeth. "Symmetries and Patterns In Non-Euclidean Settings." Butler University. Digital Commons @ Butler University.2015.p2.

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 131) 2025, pp. 80-102

ملحق (1) استمارة محاور التحليل

ت	المحاور الرئيسة	المحاور الثانوية			متحقق	متحقق جزئي	غير متحقق
1	تجزئة وتحولات الأشكال الطبولوجية لإنشاء أشكال وهياكل مستوحاة من تشوهات نسيج الزمكان في البيئة الرقمية	توليد اشكال عبر التحكم بعناصر الأشكال الأساسية	Mesh	شبكات نظامية لإشكال منتظمة			
				شبكات نظامية لإشكال غير منتظمة			
			NURBS	سطوح ناعمة			
				سطوح منحنية			
		تجزئة الأشكال وإجراء العمليات الطوبولوجية		الطي			
				التقسيم			
				التجزئة			
				التمديد			
2	تأثير حجم وكتلة المحددات الضاغطة على التصميم الداخلي البارامتري	الجدران					
		السقوف					
		الاعمدة					
		النوافذ					
		اخرى					

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 131) 2025, pp. 80-102

General Relativity, Space-time Fabric and Its Applications in Parametric Interior Design

Basim Mahdi Mozan
basim.mahdi2017@gmail.com
07723670169
Professor Dr. Rajaa Saadi lefta
rajae.lafta@cofarts.uobaghdad.edu.iq
07700053341

Abstract:

Scientific theories have long played a fundamental role in shaping the principles of interior design, given their direct impact on the creative process of generating interior design elements. This study aims to highlight the concept of relativity theory and the fabric of space-time within the framework of parametric design for interior spaces. The primary objective is to analyze this concept and explore its associated ideas to identify the elements and components that encapsulate the essence of parametric design and its applications in traditionally influenced interior environments.The research is structured around the following key question: How can the application of general relativity principles, particularly the concept of space-time fabric, contribute to the advancement of parametric interior design, leading to innovative and dynamic spatial configurations that effectively interact with contemporary environments? Accordingly, the study seeks to investigate the creative potential embedded in the integration of advanced theoretical physics concepts—specifically, the distortions of space-time derived from Einstein's general theory of relativity—into parametric interior design. It further aims to assess the extent to which these concepts can stimulate innovation in the formation of unconventional design structures, fostering the development of dynamic design solutions that engage with the spatial contexts of modern interiors while reinforcing the synergy between aesthetic and functional dimensions.To achieve these objectives, the study examines case studies of interior design projects undertaken by specialized parametric design firms. The findings reveal that the concept of space-time fabric, inspired by Einstein's general theory of relativity, has significantly transformed parametric interior design methodologies. The study demonstrates that the curvature and distortion of space-time serve as a conceptual foundation for generating interior spaces characterized by fluidity and seamless form transitions. Moreover, the study confirms that the integration of general relativity principles with parametric design technologies can yield remarkable design outcomes. By employing complex mathematical equations, theoretical concepts can be translated into tangible visual forms, thereby enhancing both the aesthetic and functional qualities of interior spaces.

Keywords: General Theory of Relativity, Space-time Fabric, Parametric Design.