https://doi.org/10.33261/jaaru.2021.28.2.008 *Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences (2021)28(2):69–85*

Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences
مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الهندسية

كلية الهندسة - جامعة بغداد

جمعية كليات الهندسة اعضاء اتحاد الجامعات العربية

النظم التكرارية في الهياكل المصمتة والهياكل المثقبة /دراسة في ستراتيجية السطح الهيكلي

تحرير منير صاحب الانصاري[1]،* ، أسماء محمد حسين المقرم[2]

[1] وزارة التربية ،مديرية تربية الرصافة الثانية، الابنية المدرسية ،بغداد ،العراق، tahreer.moneer@ yahoo.com

[2] هندسة العمارة ، الجامعة التكنولوجية ،بغداد ،العراق، 90044@uotechnology.eedu.iq

*الباحث الممثل :- تحرير منير صاحب الانصاري الايميل : tahreer.moneer@ yahoo.com

نشر في : 30 حزيران 2021

الخلاصة – اتخذت طبيعة العلاقة بين الهيكل والشكل في العمارة المعاصرة صيغاً مختلفة وفقاً لمتطلبات تصميمية وهيكلية، كما أنها تخضع لمؤثرات عديدة. من أهم هذه الصيغ هي إيجاد التكامل بينهما بأعتبارهما يؤلفان وحدة واحدة في العمارة،حيث أمتازت طبيعة هذه العلاقة التكاملية بعدد من الخصائص أهمها خاصية التكرارية. و تعددت مصادر وستراتيجيات إيجاد هذه النظم التكرارية في العمارة المعاصرة عن التقليدية سواء على مستوى الهيكل أو الشكل ،وإحدى هذه الستراتيجيات سميت بالسطح الهيكلي .تباينت المعرفة السابقة في توضيح أسس عمل هذه النظم وآلياتها، وخاصة في بحث العلاقة بين الهيكل والشكل،لذا برزت مشكلة البحث ب" الحاجة المعرفية لتوضيح التباين في النظم التكرارية بين الهياكل المصمتة والهياكل المثقبة في العمارة المعاصرة ،من ناحية خصائصها و أنواعها،ضمن ستراتيجية السطح الهيكلي، ودورها على مستوى العلاقة بين الشكل والهيكل المنشئي"..ولغرض حل تلك المشكلة و تحقيق هدف البحث المتمثل ب(أستكشاف ماهية التكرار و النظم التكرارية في الهياكل المنشئية المعاصرة ودورها في تحديد شكل العلاقة بين الشكل والهيكل المنشئي لأبنية متباينة الارتفاعات اعتمد البحث (المنهج الوصفي التحليلي) المؤلف من ثلاث مراحل بعد تعريف مفهوم التكرار بصورة عامة والنظم التكرارية بصورة خاصة، و نقد المعرفة السابقة. حيث ركزت المرحلة الاولى على بناء أطار نظري عن مؤشرات النظم التكرارية (خصائص النظم التكرارية في الهياكل المنشئية المعاصرة،أنواع النظم التكرارية ، ستراتيجية السطح الهيكلي). الثانية تقصي طبيعة مستويات العلاقة بين الهيكل و الشكل من خلال دراسة تطبيقية على عينات منتخبة ضمن مباني مختلفة الارتفاع (عالية ومتوسطة الارتفاع) و تحديد أهم الفرضيات الأساسية للبحث والتي من أهمها (تتباين النظم التكرارية في الهياكل المنشئية (المصمتة والمثقبة) من حيث خصائصها المرتبطة بالنظام وخصائصها المتعلقة بعلاقة النظام بالبيئة المحيطة وفقاً لارتفاعها (عالية،متوسطة الارتفاع،الواطئة) وطريقة تشكيلها (متعامدة، حرة). الثالثة: تحليل النتائج والأستنتاجات والتي من أهمها دور النظم التكرارية و ضمن ما يعرف بستراتيجية السطح الهيكلي في انتاج ما يعرف بالهياكل المصمتة باعتماد التكرار للعناصر المنشئية و القواعد التوليدية في الهياكل المثقبة والأستفادة منها في تحقيق اندماج ما بين الهيكل والشكل لانتاج هياكل تمتاز بالكفاءة والمظهر الجمالي،و هياكل تعكس الحركة والدينامية. ومستويات هذه العلاقة المتمثلة ب(الاول: التركيبي من خلال العمق التنظيمي للهيكل المنشئي.الثاني التعبيري بإيجاد ثلاثة انماط للعلاقة هي(المندمجة،المنفصلة،الهجينة).

الكلمات الرئيسية : "الشكل، الهيكل المنشئي، النظم التكرارية ، ستراتيجية السطح الهيكلي".

1. المقدمة

ركز البحث على ما يسمى بالهياكل المصمتة والهياكل المثقبة التي تتشكل تبعاً لطبيعة العلاقة بين الهيكل والشكل ،حيث تأخذ اشكالاً عديدة ،منها ما تجاهل الأعتبارات الهيكلية اثناء توليد شكل المبنى ،فأخفيت العناصر الهيكلية بشكل كامل ،ليكون الهيكل غير مرئي من الخارج.ومنها العلاقة التي تبنتها العمارة المعاصرة والتي يتطابق فيها الهيكل والشكل ليكونان الشيء نفسه ،بأعتماد أنظمة أنشائية جديدة بدل الانظمة الأنشائية التقليدية من خلال التلاعب بالطبيعة التكوينية للهياكل التقليدية لخلق مباني ديناميكية وتعبيرية ،فضلا عن اكساب الهيكل الشفافية والكفاءة العالية،طارحة عدة ستراتيجيات لتمثيل هذه العلاقة اهمها ستراتيجية السطح الهيكلي،والتي تقوم على مجموعة من القواعد تتم بواسطتها السيطرة على حالة الهيكل .يتضمن البحث ثلاث محاور:المحورالأول ،يتضمن مفهوم الهيكل ووظائفه وأهم انواعه،وتعريف مفهوم النظام والتكرار وصولاً لتعريف النظم التكرارية في العمارة المعاصرة،ونقد المعرفة السابقة التي تناولت الهيكل المنشئي المتضمن نظماً تكرارية ، كدراسة مجيد 2015 و دراسة Hilka التي ركزت على اهم خصائص النظم التكرارية واليات تحقيقها و بتوظيف التكنولوجيا الرقمية ودورها في تطور مفهوم العمارة بصورة عامة والهياكل بصورة خاصة في الابنية المتوسطة والواطئة الارتفاع هذا من جانب .من جانب اخر ركزت دراسة اخرى مثل دراسة كل من Bahramiو Sev & Okbaz الستراتيجيات والآليات التي ساهمت في توليد الهياكل المنشئية المعاصرة وإكسابها خصائصها التعبيرية ضمن الابنية العالية (الابراج) لتتحدد بذلك :

- المشكلة البحثية المتمثلة ب(الحاجة المعرفية لتوضيح التباين في النظم التكرارية بين الهياكل المصمتة والهياكل المثقبة في العمارة المعاصرة ،من ناحية خصائصها ،وضمن ستراتيجية السطح الهيكلي، ودورها على مستوى العلاقة بين الشكل والهيكل المنشئي).
- هدف البحث ب(أستكشاف ماهية خاصية التكرار و النظم التكرارية في الهياكل المنشئية المعاصرة و دورها في تحديد التباين في مفهوم العلاقة بين الشكل و الهيكل لأبنية متباينة الارتفاعات .

أما المحورالثاني فقد تناول خصائص النظم التكرارية وأنواعها ،وستراتيجية السطح الهيكلي .بينما تناول المحور الثالث الدراسة العملية وذلك بأخذ اربعة عينات لنوعين من المباني(العالية مثل الابراج ،المتوسطة الارتفاع،واطئة الارتفاع) وتحليل النتائج ،لينتهي البحث بأهم الاستنتاجات الخاصة بالأطارين والتوصيات.

المحور الاول

1726-4081© 2021 The author(s). Published by Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences. This is an open access article under the CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

1.1 مفهوم الشكل:

وردت كلمة شكل في الكثير من المراجع الاساسية والدراسات المعمارية للتعبير عن أمور كثيرة. فهو حسب المراجع الاساس وسيلة لنقل الافكار و التعبير عنها و تحقيقها، و ياتي بصيغ عدة منها (Shape شكل، او صورة أو نمط (Type) ،أو المظهر(Appearance).أما اهم المفاهيم المرتبطة به هي (التشكيل، التنظيم، الترتيب) [36]. أما في الدراسات المعمارية فأن الشكل يعد مظهر العمارة الذي يرتبط بجوهرها (الهيكل) ، و العمارة الجيدة هي التي تبحث عن الأشكال الصحيحة لتحقيق الجمال و الكفاءة الأنشائية لتأمين القوة و الأستقرار[9].

1.2 الهيكل المنشئي:

تختلف الهياكل المنشئية من حيث انواعها و وظائفها و لغرض تقصي ذلك سيتم توضيح مفهوم الهيكل المنشئي لغوياً وأصطلاحاً للأنتهاء بتحديد تعريف إجرائي له. لغوياً:أظهرت مفردة الهيكل تنوعا في مفهومه كونه معبرعن شئ أو تكوين , فقد يشير إلى شكل الشئ وصورته أو هيئته و قد يشير إلى ذلك الشئ (مبنى، منشا، هيكل، بنية)[36]. و قد يشير إلى كائن مشيد أو مؤلف من عناصر معقدة تحكمها علاقات,ومن اهم المفاهيم المرتبطة به (التشكيل،التركيب،النسيج،البناء)[40].

أما أصطلاحا:فقد وردت كلمة هيكل (Structure) في الكثير من المراجع و الدراسات المعمارية و التي أغلبها جاءت متنوعة في وصفها المجرد أحيانا وعلاقته بجوانب معينة أحيانا اخرى, فهو يعد جزء المبنى الذي يقاوم الأحمال المفروضة و القوى المؤثرة[23]. وقد يمثل شكل المبنى أو يكون مخفيا داخل قشرة[40]. كما يعتبر منظومة مؤلفة من العناصر ترتبط فيما بينها بترابط متناسق متكامل[14].نستنتج من ذلك بان الهيكل المنشئي هو جوهر العمارة وأحد أهم المبادئ الأساسية التي تقوم عليها بتحقيقه مبدأ القوة والوظيفة و الجمال و هو المكون الرئيسي للمبنى الذي يعطي الجانب التعبيري إضافة إلى وظيفته الأساسية في نقل الأحمال والأوزان وتحقيق الأستقرار.

1.2.1 وظيفة الهيكل المنشئي:

يقوم الهيكل المنشئي بوظائف عدة تلخصت ب:أولا:الوظيفة الأنشائية : و التي تتمثل بتنظيم القوى ونقل الأحمال و تحقيق الموازنة و الأستقرار من دون التأثير على المعنى الجمالي للمبنى (تحقيق الجانب الوظيفي)[24]. ثانياً:الوظيفة الجمالية: ترتبط هذه الوظيفة بما يعبره الهيكل المنشئي عن خصائص تدرك كرموز و إيحاءات تعتمد على قابلية الأنسان في إدراكها و تحقيق الروعة الجمالية بتميز شكل الهيكل المنشئي[2].ثالثاً:الوظيفة البيئية: و التي قد تظهر على عناصر الهيكل المنشئي بشكل واضح يطغى على الوظائف الأخرى (كأن يتخذ العنصر المنشئي أحد أشكال العناصر البيئية كمانعات الشمس)، أو يختفي بشكل تام داخل الهيكل المنشئي دون أن يدرك المتلقي ذلك[11].رابعاً:وظيفة الحماية والأمان: يقصد بها تحقيق القوة و الصلابة و مقاومة الأ حمال و المؤثرات الخارجية للحفاظ على النتاج المعماري و قوامه [11]. خامساً:الوظيفة المعمارية: و يقصد بها عكس المعاني الجمالية للهيكل أضافة إلى وظيفته في تحيد مسارات القوى وتحقق هذه الوظيفة من خلال علاقة العناصر المنشئية بعضها ببعض وتحقيق الأحاطة الفضائية و تغليف المبنى[28].نستنتج من ذلك بأن وظائف الهيكل المنشئي تتلخص بتنظيم القوى و نقل الأحمال و تحقيق الأستقرار و التوازن و خلق تواصل بصري ذهني من خلال التعبيرات الشكلية التي يعكسها الهيكل و تحقيق التكيف البيئي من خلال المعالجات الهيكلية على مستوى العناصر أو الهيكل ككل و أحاطة المبنى و تغليفه.

1.2.2 أنواع الهياكل المنشئية:

يعتمد نوع الهيكل المنشئي على توظيف العوامل الاقتصادية وطبيعة المادة الأنشائية والبحور المطلوب تغطيتها وطبيعة القوى المسلطة على المنشأ لتحديد النوع ،لذا وجدت أنواع عديدة للهياكل المنشئية صنفت حسب نوع المادة البنائية أوحسب علاقة الهيكل بالشكل المعماري أو بحسب طبيعة العلاقة بين الهيكل المنشئي و الفضاء المعني و التي سياتم توضيحها تباعاً:

• حسب طبيعة المادة البنائية: حيث تقسم الهياكل فيها إلى: الهياكل المنشئية الخرسانية التي تتكون من مادة الكونكريت والهياكل المنشئية الحديدية والتي تتكون من مادة الحديد، ونوع آخر يسمى بالهياكل المعالجة نانويا و ذلك بأدخال مادة (النانو) إلى الحديد والخرسانة لزيادة لزوجتها و ليونتها و زيادة جودة خصائصها من خفة و متانة و مقاومة[4].

• حسب طبيعة العلاقة بين الهيكل و الشكل: و التي تمثلت ب (القشري، الهيكلي، الغشائي، المنفاخي، المضلع، الاطارات[6].

• حسب طبيعة العلاقة بين الهيكل المنشئي والفضاء المعني بوظيفة معينة: وقد صنفت إلى(نظام السطح الفعال، نظام المقطع الفعال، نظام الشكل الفعال،النظام الهيكلي ذو المتجه الفعال، أنظمة الهياكل ذات الأرتفاع النشط) [30].

1.3 النظم التكرارية :

لغرض الوقوف على ماهية النظم التكرارية و دورها في الهياكل المنشئية المعاصرة بصورة ، لابد من تعريف مفهوم النظام ومفهوم التكرار لغوياً وأصطلاحياً.

يعرف النظام لغوياً: بأنه الترتيب و الأتساق[38].وهو المركب الذي يتكون من أجزاء مختلفة ومتصلة، بينما تعني النظم بأنها الجمع و الكثرة و التنسيق و القوة[3]. أما أصطلاحاً فيرتبط مفهوم النظام بشكله العام بجانبين :الأول بكونه يصف الناتج من خلال ترتيب العناصر ضمن تكوين أو تنظيم معين أو أسس معينة، الثاني :فيهتم بالعملية من خلال الترتيب و التنظيم لمجموعة من العناصر على مستوى المبنى وفق مجموعة من العلاقات[9].

أما مفهوم التكرار لغوياً فيعرف بأنه مصطلح نقدي من الفعل (كرر) بمعنى الأعادة والرجوع، و تكرار اللفظ أكثر من مرة هي لغرض التوكيد أو التشويق أو التنبيه والتحذير، أو لغرض التعقيد من خلال تعدد المعاني [1]. إصطلاحا يعرف التكرارعلى أنه الأطار المنظم و الموحد المتناغم من العناصر[16].في الهيكل المنشئي أستخدم التكرار لخلق الوحدة ضمن التكوين كتكرار عنصر لخلق نمط معين[29]. بينما في الهياكل المنشئية المعاصره فأن التكرار يعتمد على تعاقبية أنشاء عنصر معين و بهرمية مقياسية و بفترات زمنية مختلفة يدخل فيها عامل التغذية المرتدة [8]. و من خلال التعاريف اللغوية و الأصطلاحية يمكن التوصل للتعريف الإجرائي للنظم التكرارية في الهياكل المنشئية المعاصرة: بأنها عملية هيكلة وأعادة تدوير وتنظيم ،وتمثل إحدى العمليات التطورية التي تكسب الهيكل المنشئي الشكل أو المظهر الخارجي، وهي قائمة على الترتيب في عناصرها بهدف معين و بطريقة غير عشوائية.

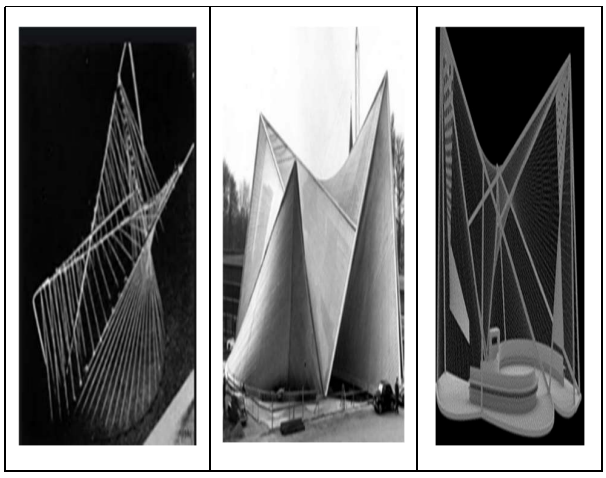
1.3.1 النظم التكرارية في المعرفة السابقة:

تنوعت الدراسات في طرحها لمفهوم النظم التكرارية في الهياكل المنشئية المعاصرة فمنها جانب: ركز على أهم خصائص النظم التكرارية و آليات تحقيقها ،هي:

- دراسة مجيد-2015 "التكنولوجيا الرقمية وتطبيقاتها في الهياكل المنشئية العضوية" التي أشارفيها إلى دور النظم التكرارية بتوظيف التطور في التكنولوجيا الرقمية في تطور مفاهيم العمارة المعاصرة بصورة عامة والهياكل المنشئية بصورة خاصة ،و التي وسعت من خيارات التصميم و التنفيذ و إنتاج مباني بهياكل عضوية منحنية ،طارحة عدة محاور لتطبيقات التكنولوجيا في تصميم الهياكل ،منها أستخدام النمذجة الرقمية التي ساعدت المصمم من بناء تصوره للمشروع و تقديم عدد من الخيارات و التعديلات للنظام الأنشائي وفق آلية التغذية المرتدة و إكساب الهيكل خصائص التعقيد والأنحناء و المرونة في التشكيل بتوظيف تكنولوجيا المواد وتحقيق الأداء الهيكلي بافضل شكل[7].

- دراسة (Rogers Hilka-2009) **"Structure form in history and the construction of complex form"** فقد أشار إلى التعقيد بأعتباره سمة من سمات الهياكل المنشئية المعاصرة وأحد أهم خصائص النظم التكرارية ،و ذلك بتاثير التكنولوجيا الرقمية بالأبتعاد عن الأنماط الهندسية البسيطة بأتجاه التصاميم الهيكلية غير المألوفة لأهتمام العمارة بمفهوم الشكل ، بأعتماد جانبين ، الأول: الجانب المادي توظيف آليات عدة منها التنوع للعناصر المنشئية و تكرارها ،أو بالتلاعب بنقاط الشبكة الأنشائية أو بالعلاقات الرابطة بينها من خلال سلسلة من العمليات التحولية التي تقود إلى تطور الهيكل ،الجانب الثاني غير مادي ، وهو تحقيق الأغناء البصري بالجمع لأكثر من نظام أنشائي أو بتكراره و اللعب بالطبيعة التكوينية للهيكل ، كما أشارت الدراسة إلى أهم أنواع النظم التكرارية من خلال مراحل تطور الهياكل المنشئية وهي (نظم الهياكل المنسقة ، نظم الهياكل المقسمة أو المجزاءة ،و نظم الهياكل العضوية التي تعتمد التهجين و التعددية للأنظمة الانشائية [21].

- دراسة(Rene Motro -2011) **"Art and structural engineering"**أشارت الدراسة إلى دور الفكر التكنولوجي في إنتاج هياكل معبرة موظفة لمفهوم النظم التكرارية ناتجة من التعاون القائم بين المعماري و الإنشائي، وعرض طبيعة الخفة الهيكلية بتبنيها جانب الاستعارة من الطبيعة لإعطاء بنية هيكلية متموجة، وعكس مبدأ النمو بإعتماد الإنحراف الهيكلي وتكرار العناصر كأستراتيجية لتوليد هياكل تطورية وإعطاء درجة من التعقيد من خلال تبينها مسارات تجسد نظرية الفوضى(النظام من خلال العشوائية)، وإنتاج تراكيب هيكلية غير خطية وديناميكية تتصف بالغموض،مؤكدة دور المواد في إعطائها الإنطباع المرن[27].لاحظ الشكل (1)



شكل1 :يوضح الانحراف الهيكلي بتكرار العناصر المنشئية لانتاج هياكل غير خطية دينامية [27]

فيما ركزت دراسات اخرى على أهم الستراتيجيات والآليات الموظفة للنظم التكرارية التي ساهمت في توليد الهياكل المنشئية المعاصرة وإكسابها خصائصها التعبيرية. منها دراسة:

- دراسة AL-ghamadan -2014 **The Future " Trend of Architectural Form and Structure System In Higher-Rise Building**:حيث أشار فيها إلى دور النظم التكرارية وبأعتماد ستراتيجية التكرارلعناصر النظام الإنشائي في إيجاد العلاقة بين الهيكل والشكل في المباني العالية و بتوظيف آليات عدة منها الألتواء.ليتحول شكل المبنى من الهندسي البسيط إلى المنحني وذلك بتاثير تقنيات الأنشاء والمواد والانظمة الهيكلية ،كما أشارAL-ghamadan في دراسته إلى عدد من العوامل المهمة التي تؤثر في شكل المبنى العالي و هي الأرتفاع و تقنيات الأنشاء و التي تؤثر في إختيار النظام الإنشائي و الذي بدوره يؤثر في شكل المبنى .مما يؤدي إلى إنتاج مبنى أكثر كفاءة[12].

بينما ركزت دراسات أخرى على علاقة الهيكل بالشكل مثل دراسة:

- دراسة (Okbaz, Fazilet, Aysin, Sev-2014) **"Integration of Architectural Design with Structure Form In Non-Orthogonal High-Rise** أشارت الدراسة إلى أعتماد آليات عديدة و سلسلة من العمليات التكرارية التي تجري على الشكل الأولي(الأبتدائي) لإنتاج هياكل بأشكال غير تقليدية وغير متعامدة و منحنية ، مشيرة بذلك إلى دور التطور في الأنظمة الأنشائية في تغير شكل المبنى طارحة أهم الأنظمة الهيكلية في المباني العالية منها (انظمة الركائز، و الاطارات (Space frame) والأقطار. و بفضل أساليب التحليل الهيكلي والتصميم الرقمي والتكامل بين عملية التصميم الهيكلي والتصميم المعماري لتصميم شكل المبنى وفق اعتبارات هيكلية . لتصنف بذلك المباني العالية إلى أربع أنواع وفقا للأشكال الهندسية الأبتدائية وهي (الهرمية، المائلة، الملتوية، ذات الشكل الحروالتي تقسم بدورها الى الحرة ذات الشكل الديناميكي، والحرة ذات الشكل الايرو ديناميكي والحرة ذات الزخارف الاقليمية[28].

بعد أن تم مناقشة الدراسات السابقة وطرح أهم الجوانب فيها، توضحَ أن بعضها تناول مفهوم النظم التكرارية من خلال التطرق إلى:أولا خصائصها مثل التعقيد، المرونة. ثانيا، أنواعها مثل المنسقة والمجزاءة والتطورية (الهجينة)، من جانب آخر تناولته دراسة من خلال تطبيقه في نمط معين من الهياكل المنشئية المعاصرة وهي الهياكل العضوية، و جانب آخر تناولته دراسةً من نواحي مادية وغير مادية .أتفقت أغلب الدراسات على أن النظم التكرارية هي عملية داخلية تقوم بها مجموعة من النظم المتداخلة في أنشاء و تكوين هياكل منشئية معاصرة ، تستند الى (النظام والتكرار للعمليات التوليدية). و نظراً لعدم وجود دراسة توضح دور تلك النظم و تأثيرها في توليد الهياكل المنشئية (المعاصرة) وما هي أهم خصائصها ، أنواعها ،وما هي أهم الستراتيجيات التي تسهم في توليد تلك الهياكل . ظهرت الحاجة المعرفية لتحديد المشكلة البحثية المتمثلة ب(الحاجة المعرفية لتوضيح التباين في النظم التكرارية بين الهياكل المصمتة و الهياكل المثقبة في العمارة المعاصرة ، من ناحية خصائصها ضمن ستراتيجية السطح الهيكلي).

2. المحور الثاني (الاطار النظري):

يتناول هذا المحور تعريف لماهية الهياكل المصمتة والهياكل المثقبة ،واهم خصائص النظم التكرارية فيها وأنواعها ،و أهم الستراتيجيات التي تناولت نظماً تكرارية أسهمت في توليد تلك الهياكل للخروج بأهم مفردات الإطار النظري.و تطبيقها على العينات البحثية بعد تهيئة المستلزمات الأساسية للدراسة العملية وتحديد الفرضيات ، للوصول إلى أهم الأستنتاجات و التوصيات الخاصة بالبحث.

2.1 الهياكل المصمتة والهياكل المثقبة في العمارة:

يعتبر الهيكل المنشئي كيان مادي يعكس روح العصر وتقنيته وعكس الافكار السائدة و تقنيته و تعزيز الأفكار السائدة ومحاولة رؤية العلاقة بينه و بين العمارة من خلال إمتلاك الهيكل المنشئي أو المنظومة الإنشائية مديات واسعه تتميز بالأنتظام و البساطة أو التعقيد والعشوائية ، و محاولة إثرائه بإعطائه بعداً آخراً غير محتواه الأول (حمل الاثقال) و إغناء الجانب الجمالي [10]. لذا قسمت الهياكل المنشئية تبعا لطبيعة العلاقة بينها وبين شكل المبنى إلى ،أولاً: الهياكل المصمتة :وهي المباني التي يتم فيها تجاهل

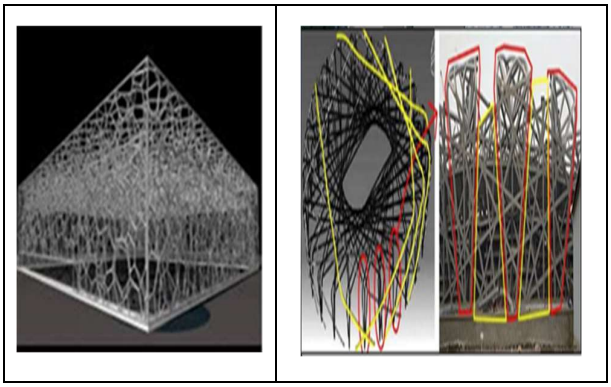
الأعتبارات الهيكلية بحيث تختفي عناصرالهيكل المنشئي تماما خلف شكل المبنى و لاتؤثر المتطلبات الفنية للهيكل بشكل كبير على المبنى كما هو الحال في الانظمة المنشئية التقليدية [23].أما الهياكل المثقبة :وا ما يسمى بالهياكل (المزخرفة) او الهياكل (الحلية):وهي الهياكل التي تندمج فيها الهيئة المعمارية مع المنشئية بواسطة العلاقة مابين التفاصيل الإنشائية ووظيفة المبنى والتصميم الخارجي والداخلي [10]،حيث يعكس الشكل الهيكل المنشئي وبالعكس لكونهما الشيء نفسه [2].

2.2 خصائص النظم التكرارية في الهياكل المنشئية المعاصرة (المصمتة،المثقبة):

صنفت خصائص النظم التكرارية في الهياكل المنشئية المعاصرة الى نوعين :الأول: خصائص ترتبط بذات النظام و العناصر المكونة له: هذه الخصائص تكون على مستوى العلاقة بين العناصر المكونة للهيكل وبينها و بين النظام (علاقة الجزء بالجزء وعلاقة الجزء بالكل)، ومن هذه الخصائص:

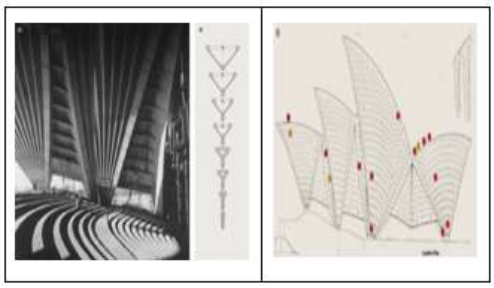
ا- خصائص النظم التكرارية المرتبطة بذات النظام للهياكل المنشئية(المثقبة):

• التنظيم الذاتي: الذي يسهم في خلق علاقة توافقية بين المفهوم (concept) و المادية (materiality) و بطريقتين: الاولى: التنظيم الذاتي كآلية لمحاكاة النظم البايولوجي، الثانية: ستراتيجية المحاكاة بتوظيف النمط الكسري و بتفعيل منطق التنظيم الذاتي في توزيع نقاط الحمل.لاحظ الشكل (11).



شكل 2 :يوضح التنظيم الذاتي في الهياكل المثقبة من خلال محاكاة النظم البايولوجية [4].

• الهرمية المقياسية: يقصد بها تدرج النظام وفقا لمستوياته، ففي الهياكل المنشئية تتحقق أما على مستوى عنصر معين أو على مستوى المقياس الكلي (الهيكل الكلي هو المقياس الكبير) و (العناصر المتكررة هي المقياس الصغير)[14].لاحظ الشكل (3).



شكل3 :يوضح الهرمية المقياسية على مستوى الكل والجزء في اوبرا سيدني [37]

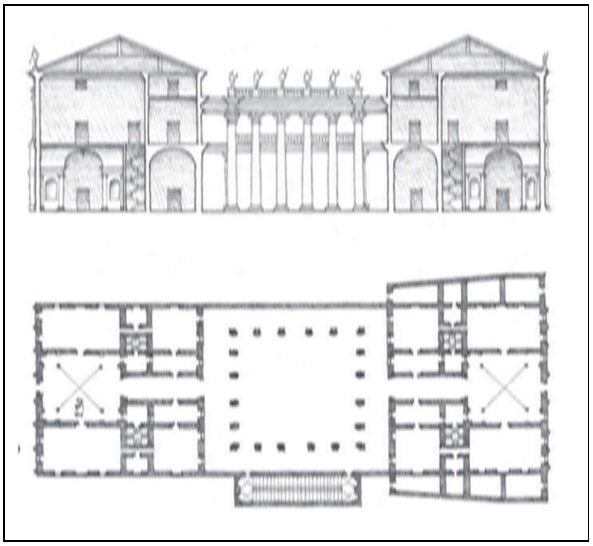
• اللاتناظر و اللاتوازن.

ب-خصائص النظم التكرارية المرتبطة بذات النظام للهياكل المنشئية (المصمتة):

• التناظر والتوازن: يتحقق التناظر من خلال التوزيع والترتيب المتوازن لعناصر و أشكال متكافئة على جانبي خط أو محور أو مركز، و يمثل خاصية البيئات الهندسية الأقليدية و أي شيء تجري عليه عملية الأنعكاس و الدوران و النقل بدون تغيير في صورة الشيء [8].أما التوازن أحد خصائص التناظر والغاية منه في الهيكل المنشئي هي للوصول ألى حالة الاستقرار من خلال رفع وحمل الأحمال المسلطة عليه بواسطة العناصر المكونة للهيكل،أو لتحقيق التوازن البصري من خلال النظر إلى الصور التي يكونها الهيكل المنشئي والحكم عليها بالمقارنة مع أفكارنا عن وهو على نوعين (متماثل : الذي يحدث بتكرار وتوزيع العناصر بالتساوي حول محور عمودي أو افقي وهذه العناصر تكون متطابقة ويوزع الحمل بالتساوي على طرفي المحور لجعل الهيكل يبدو مستقرا ويحقق نوعاً من الصلابة والأمان .وغير متماثل: يحدث عندما يختلف الطرفان في عناصرهما و ذلك لعدم توزيع العناصر بالتساوي حول المحور المركزي، حيث تترتب العناصر ذات الأحجام المختلفة بصورة توفر التوازن الهيكلي مع خلق توتر بصري، إلا أنه يعطي شعوراً بالديناميكية موظفا آلية الجمع بين نظامين إنشائيين.)، و ذلك لتجنب الرتابة، فيظهر الهيكل كأنه غير متناظر لكنه متوازن.

• الهيمنة: هي تكرار العنصر المنشئي وتاكيده بصريا اما من خلال حجمه الاستثنائي وكونه استثناء عن المعتاد[14] .

• الوحدة في التكوين: يقصد بها تكرار العناصر في النظام المنشئي لتوليد انماط عاكسة للوحدة فكل عنصر او جزء يحمل هوية النظام والتي تعرف من خلال النظام ككل وليس بصورة مستقلة او منفصلة[30].لاحظ الشكل(4)



شكل4:يوضح هيكل تقليدي مصمت [14]

ثانيا:خصائص ترتبط بعلاقة النظم التكرارية بالبيئة المحيطة:

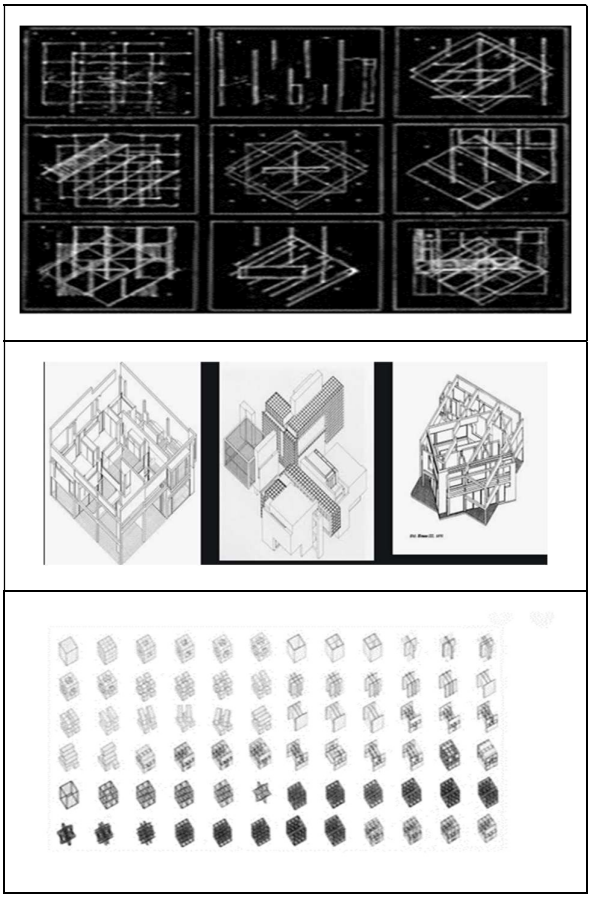
ا- خصائص النظم التكرارية المتعلقة بعلاقة النظام بالبيئة المحيطة للهياكل المنشئية (المثقبة) وتشمل:

• التعقيد: يقصد به جمع عدد من المتناقضات او التلاعب بطبيعة العلاقة بين عناصر النظام الانشائي وخلق تفاعل لاخطي لينتج نظام جديد تميل فيه القوى الداخلية الى الأستقرار بواسطة التغذية المرتدة و بأعتماد خوارزميات فتعتمد الأجيال المتعاقبة على مجموعة الجينات لأفضل الحلول للتكرارات السابقة ،وأنتاج هياكل منحنية (لا خطية)[22].

• الدينامية: تهدف الدينامية الى إبقاء النظام في حالة حركة مستمرة وغير مستقرة وإعطاء صفة الحيوية للنظام و ذلك بإدخال مدخلات جديدة للنظام وتغير حالة التوازن القديمة بتوظيف آلية التنظيم الهيكلي[24]. أو بتوظيف آلية المماثلة و المحاكاة في ترتيب الأجزاء المكونة للهيكل البايولوجي [19].

• المرونة: يقصد بها قدرة النظام على البقاء مستقراً أو عودته إلى الوضع السابق في حال الخروج عن الوضع الطبيعي و أستمرار العمليات التوليدية و الوصول إلى حالة الأتزان و الأستجابة للتغيرات الحاصلة و الأوضاع الجديدة[13].

• التحول: يحدث التحول نتيجة عدم التوازن في النظام والذي يؤدي الى الاضطراب واعادة تنظيمه بمستوى اعلى من التعقيد وانتاج نظام يحل محل القديم بعملية تدعى الانبثاق[13]. و يحدث التحول بتوظيف عدة اليات منها التلاعب بنقاط الشبكة الانشائية او بمحاكاة الهياكل الطبيعية بواسطة التقنيات الرقمية و برامج الرسوم المتحركة ، أو من خلال قواعد رياضية تنظر إلى الخطوط الهيكلية على أنها دوال يتم التلاعب بها لإنتاج دوال جديدة بإضافة و حذف بعض العناصر المنشئية فيتولد شكل لهيكل متحول لمحتوى هيكلي مسبق و بإجراء بعض العمليات على الهيكل مثل (الألتواء،الطي) [10].لاحظ الشكل(5)



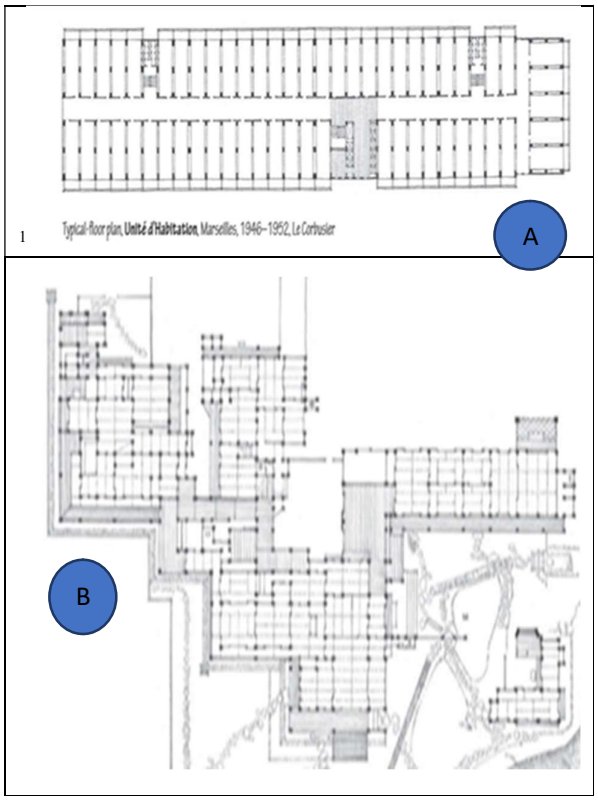
شكل5 : يوضح سلسلة المعالجات المتكررة لنقاط الشبكة الانشائية للهياكل المثقبة [41]

ب- خصائص النظم التكرارية المتعلقة بعلاقة النظام بالبيئة المحيطة للهياكل المنشئية (المصمتة):إمتازت الهياكل المصمتة بالبساطة الميكانيكية التي تجعلها مرتبطة بالسياق و الطبيعة التشييدية للبيئة المحيطة، و ذلك بإعتمادها أسلوب المحاكاة و المماثلة للنظم الإنشائية الوجودة في ذلك السياق.

2.3 انواع النظم التكرارية في الهياكل المنشئية المعاصرة:

صنفت النظم التكرارية في الهياكل المنشئية المعاصرة عدة تصنيفات منها تصنيف :Scott 1الذي صنفها الى متناوب،منتظم،مخفي.و تصنيف Rasmussen 2الى طبيعي وموزون. واخيرا تصنيف Thapaصنف فيها النظم التكرارية الى:مكانية استنادا الى خصائص التكرار والتوازن, ثانيا: ديناميكية تشير الى الاستمرارية في تكرار العناصر بصورة تقدمية بزيادة عدد العناصر وقد يسمى بالتطوري او المتدرج نتيجة تطور الشكل فيه والحصول على ايقاع[35]. وعلى اساس ذلك تم بلورة اربعة انواع من النظم التكرارية وفق النظام المتبع في تنظيم عناصر الهيكل المنشئي ,وهي:

• النظم التكرارية للهياكل المثقبة المسماة ب (المنسقة او التناسقية) (Consistency, Curated): وتعد من أهم خصائص الهياكل المصمتة التي تمتاز بالتجريد و الخطوط والسطوح المستوية [8]. يسمى أحيانا بالتقليدي أو المنتظم و يدعو إلى إعادة نفس النسخة و تكون العناصر فيه متطابقة (نفس الحجم، الشكل)[14].لاحظ الشكل (6)



شكل6 :يوضح Aتكرار تناسقي خطي،Bتكرار تناسقي غير خطي[14]

أما أهم أنواع النظم التكرارية للهياكل المنشئية المثقبة هي:

•**النظم التكرارية التطورية:(Evolutionary)** الهياكل في هذا النوع من النظم تتبع قواعد توليدية بواسطة النمذجة الرقمية و الأعتماد على

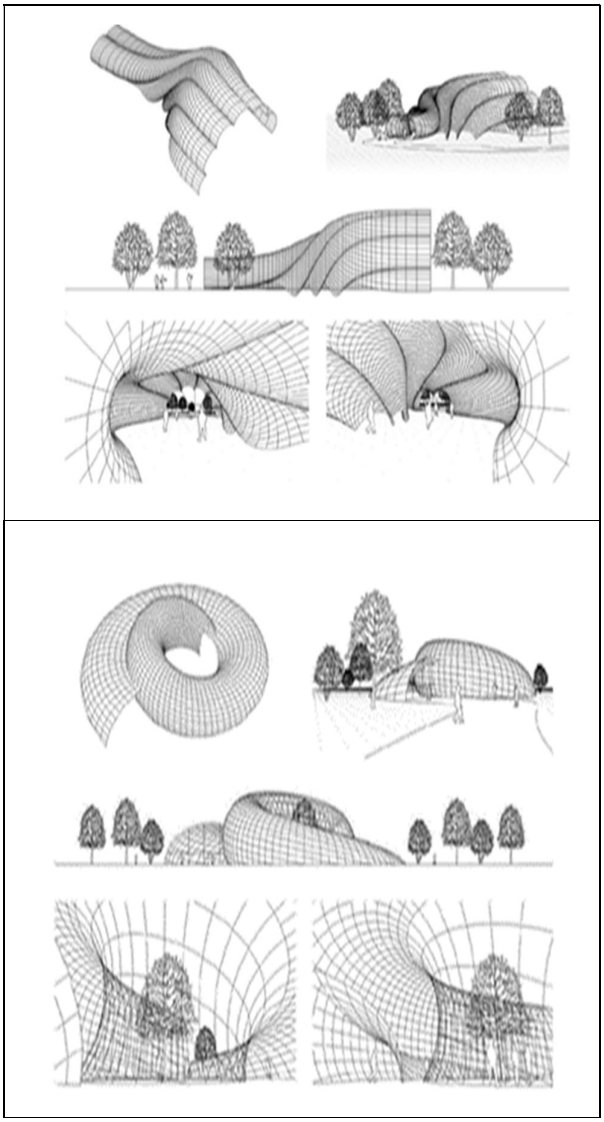
---

[1]Scott:مهندس معماري اختص بدراسة اسس التصميم والفن والجوانب الجمالية والتشكيلية [29].

[2] Rasmuseen: مهندس معماري ومخطط حضري دنماركي كان أستاذًا في الأكاديمية الملكية الدنماركية للفنون الجميلة .

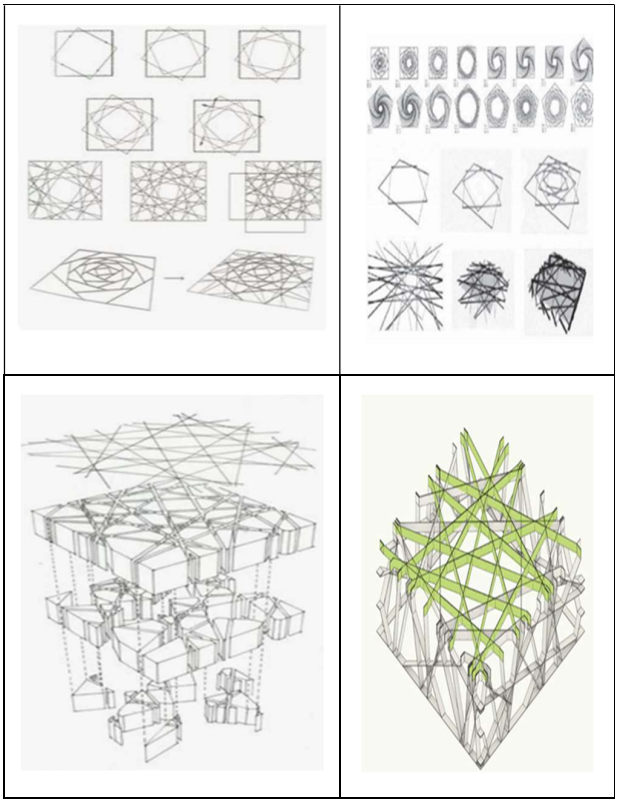
خوارزميات جينية النماذج الحاسوبية لمحاكاة تطور النماذج الأولية في الطبيعة و ترميز المعلومات[18] .أو تكرار العناصر و إلتفافها للتعبير عن الأنحراف الهيكلي و تحقيق فكرة الهيكل المتنامي[34].لاحظ الشكل (1).

• **النظم التكرارية الحركية او الموجية**:**(Kinetics)** تتولد الهياكل في ها النوع من النظم باستخدام الحركات المنحنية التي تكونها العناصر (خطوط منحنية متولدة من خطوط مستقيمة وانحرافها لاعطاء الليونة والاستمرارية والتموج) وبتوظيف الية التجريد او بتوظيف التحول كالية لتطوير الخطوط المنحنية للشكل الهيكلي بواسطة سلسلة من الدوال الرياضية لتوليد خطوط جديدة [34].لاحظ الشكل (7)



شكل7: يوضح نموذج لهيكل موجي حركي [23]

• **النظم التكرارية غير المنتظمة** (Irregular): تنشأ الهياكل في هذا النوع وفق طريقتين: الأولى هي بأعتماد التكرارية الهرمية و التحولات النسبية للعناصر (العناصر هي ليست نفسها في كل عملية تكرارية بسبب تغير القياس و الأتجاه أو كليهما) و تكوين هيكل مشبه (اكبر) و إجراء عمليات نقل و دوران عليها[23]. الثانية التلاعب على مستوى التفاصيل وتكرارها ضمن تنظيم غير منتظم[4].لاحظ الشكل(8).



شكل8 :يوضح نظم تكرارية غير منتظمة [36]

2.4 النظم التكرارية وفق ستراتيجية السطح الهيكلي Structural surface strategy

توجد العديد من الستراتيجيات المرتبطة بالنظم التكرارية لكنه سيتم التركيز على هذه الأستراتيجية لكونها تعتبر أسلوب جديد لخلق هياكل بأنماط مختلفة بتطبيق مجموعة من القواعد التي تحكم انماط التكوين الهيكلي و وصفها و توليدها بلغة معينة.تطبق هذه القواعد و القوانين على الشكل الأولي بإجراء عدة تحويلات مثل (الدوران، التكرار، الانعكاس، الدمج، الطرح) كعمليات أساسية في توليد هذه الهياكل.

تقوم هذه الستراتيجية على أنصهار الهيكل مع الغلاف، والهدف منها تكوين هيكل قادر على حمل الأثقال المسلطة عليه من خلال تحقيق التوازن بين الهيكل والقشرة وتفعيلها كهيكل, للخروج من أسبقية الهيكل المنشئي [4],وذلك بأندماج النظام الانشائي مع مكونات الغلاف ،حيث يصبح شكل الهيكل أحد العناصر المكونة للشكل المعماري ،بجعل الهيكل جزء لا ينفصل عن الغلاف أو يندمج معه ضمنياً في تكوين القشرة .فيمتص الغلاف الأجهاد المتعرض له المبنى كله أو معظمه نتيجة أختلاطه مع الهيكل لأنتاج أشكال ذاتية الدعم والأسناد لا تحتاج إلى تسليح أو دعم .يتم ذلك من خلال نظام هيكلي يمثل السقوف ،الارضيات(في نفس الوقت) ،او يمثل القشرة والغلاف الخارجي للمبنى[24] .

أعتمدت هياكل المباني العالية على النظم الأنشائية المتعامدة ونظام الجدران الحاملة،غير أن التطور الحاصل بتكنولوجيا المعلومات وتقنيات المواد والأنشاء أدى الى تطور نهج التصميم للهياكل في تلك المباني، و تغير في شكلها الذي أصبح أكثر تعقيدا وبدا أرتفاعها بالنمو بأعتمادها نظما انشائية جديدة مثل نظام (Diagrid system with core supported) ،المكون من نظامين أنشائيين هما: الداخلي المكون من القلب الخرساني الذي يضم (الأنظمة الراسية للمصاعد و السلالم و الخدمات الميكانيكية). الخارجي الذي يمثل غلاف المبنى.[29] لتبدا الهياكل الحديدية أو الخرسانة تستخدم في الواجهات كعناصر زخرفية لتسمى بذلك ب(الهياكل مثقبة)،موظفةً ستراتيجية السطح الهيكلي لتصبح العلاقة ما بين الهيكل

المنشئي و الشكل المعماري اكثر وضوحا (الهيكل والشكل هما الشئ نفسه). أعتمدت الستراتيجية في هذه الهياكل على آليتين هما: التعديل (Modifying) لخصائص النظام الأنشائي و الطبيعة التكوينية للهيكل المنشئي كمفهوم معماري إحترازي للحد من تأثير الرياح و بتوظيف آلية الأستدقاق (Tapering) بتكرار النظام الأنشائي مع تقليل المساحة السطحية كلما أتجهنا إلى الأعلى و بتوظيف آلية الألتواء لعناصر ذلك النظام [36]. للحصول على هياكل منحنية أو ملتوية. أو بتوظيف آلية التشذيب (Trimming)و الدوران[24] و ذلك بأستخدام شكل هندسي ابتدائي (المربع، المستطيل، المثلث) و أجراء سلسلة عمليات تحولية عليه كالدوران.

أما هياكل المباني (الواطئة) أمتازت في السابق بإعتمادها النظم التكرارية التناسقية النظم الأنشائية التقليدية (العناصر المنشئية تنتمي لنفس العائلة و تكون بنفس الحجم و الشكل)، لذلك تمتاز بخلوها من الايقاع[1].بينما في العمارة المعاصرة و نتيجة للتوجهات التي تدعو إلى تبني هياكل بإشكال غير مألوفة، دعا ذلك الى أعتماد ستراتيجيات يكون فيها الهيكل معبر عن شكل المبنى. واحدة من هذه الستراتيجات كانت ستراتيجية السطح الهيكلي لتحقيق هذه التكاملية ما بين الهيكل والشكل غير أن آلياتها في المباني الواطئة أختلفت عنها في الهياكل للمباني العالية . حيث أعتمدت آليات عدة منها الية التجميع (Assembly) كما هو الحال في الهياكل المطوية بتجميع العناصر المسبقة الصنع لزيادة الصلابة وتقليل الوزن للعنصر المنشئي, او آلية الأنحراف (Skweness) لإنتاج وتكوين هيكل متموج بتوظيف التكرار والتشابه التحويلي (Transformational similarity) بأعتماد نهج النظام من الأسفل إلى الأعلى (نمو النظام),او بتوظيف آلية التغطية البلاطية(Tilling coverage) الموظفة لآليتي الدوران والأنعكاس حيث تكون هذه البلاطات مشبهة ذاتيا تتداخل وتتماسك مع بعضها البعض لتكوين هيكل مستمر بهيئة قشرة ,الغرض منها هو الحصول على نظام أنشائي مندمج مع السطح وشكل جديد غير مألوف ذوكفاءة هيكلية عالية[15].نستنتج من ذلك انه بأمكان الهياكل المعاصرة من تحديد شكل المبنى في المباني (العالية والواطئة) .بتوظيف ستراتيجية السطح الهيكلي بإستخدام اشكال ينصهر بعضها ببعض من خلال عدة آليات منها (التعديل والاستدقاق و التشذيب والدوران للمباني العالية واليات التجميع والانحراف والتغطية البلاطية للمباني الواطئة الارتفاع) وذلك لعكس صفات معاكسة وربط ماهو مختلف بأنتقال أنسيابي وسلس.كما أن جميع هذه الاليات تستند الى التحولات في النظام وبتدرج هرمي لتكوين نسق بنيوية ضمن هيكل المبنى،وأن هذا الانصهار يؤدي الى خلق التميز ،والوحدة في النظام تخلق التكيف و المرونة. وانشاء مباني أكثر حيوية يتكامل فيها الشكل مع الهيكل الداعم لتمثل نقله نوعية في التعبيرية الهندسية والفكرية .

2.5 مفردات الأطار النظري المستخلصة للنظم التكرارية:

بعد أستعراض الاطار النظري المطروح في الفقرات والدراسات السابقة ،تم تحديد أهم مفردات الاطار النظري للنظم التكرارية في الهياكل المنشئية المثقبة، جدول (1)

جدول 1: مفردات الأطار النظري للنظم التكرارية في الهياكل المنشئية (المصمتة والمثقبة)

المفردة الرئيسية	المفردة الثانوية		المؤشرات والقيم	
خصائص النظم التكرارية	خصائص مرتبطة بذات النظام والعناصر المكونة له	التنظيم الذاتي		تقنية مواد
				النمط الكسري
		الهرمية المقياسية	آلياته:التشبيه الذاتي	على مستوى الكل
				على مستوى الجزء
		التناظر	مستوياته	مستوى المبنى
				مستوى العنصر
			آلياته	الهرمية المقياسية
		الهيمنة		تكرار العنصر المنشئي ذو الحجم الاستثنائي
				الموقع الاستراتيجي للعنصر المنشئي
		الوحدة في التكوين		تكرار العناصر المنشئية المتجانسة
	خصائص متعلقة بعلاقة النظام بالبيئة المحيطة	التعقيد		جمع نظامين انشائيين او اكثر
				التلاعب بطبيعة العلاقة الرابطة بين العناصر
				اعتماد خوارزميات بواسطة التغذية المرتدة
		المرونة		قدرة النظام على البقاء مستقرا
		الدينامية		مدخلات جديدة للنظام لتحقيق اللااستقرار
				تغير حالة التوازن باعادة التنظيم الهيكلي
		التحول	مستوياته	مستوى الكل
				مستوى الجزء
			آلياته	المحاكاة باستخدام التقنيات الرقمية

				قواعد رياضية
				الاخفاء
انواع النظم التكرارية	التناسقية(المنسقة)			تكرار العناصر المنسشئية المتجانسة
	التطورية			التكرار وفق قواعد توليدية بتوظيف الخوارزميات الجينية
	الحركية(الموجية)			وفق آلية التجريد
				وفق آلية التحول
	غير المنتظمة			التكرارية الهرمية
ستراتيجية السطح الهيكلي	آلياتها			التجميع للعناصر المسبقة الصنع
				الأنحراف
				التغطية البلاطية
				التعديل بتوظيف آ ليتي الاستدقاق والالتواء
	خصائصها	وفقا لأعتبارات التشكيل(علاقة الهيكل بالشكل)		التوازن
				المرونة/الدينامية
				التكيفية
				التكاملية
		وفقا لخصائص المبنى الفيزيائية	أرتفاعه	مباني عالية الارتفاع
				مباني واطئة الارتفاع
				عمقه

3. المحور الثالث:الدراسة العملية:

تختص هذه الفقرة بتهيئة مستلزمات الاساسية للتطبيق ,وتحديد الفرضيات والنتائج والاستنتاجات الخاصة بالبحث.

3.1 الفرضيات:

• تتباين النظم التكرارية في الهياكل المنشئية (المصمتة والمثقبة) من حيث خصائصها المرتبطة بالنظام وخصائصها المتعلقة بعلاقة النظام بالبيئة المحيطة وفقاً لارتفاعها (عالية،متوسطة الارتفاع) وطريقة تشكيلها (متعامدة، حرة).

• تتشابه أغلب آليات ستراتيجية السطح الهيكلي في التركيز على الاعتبارات الجمالية والهيكلية لكنها تختلف في الاعتبارات الوظيفية في علاقة التكامل بين الهيكل والشكل.

3.2 العينات البحثية:

تركز الدراسة على ابنية ذات أرتفاعات مختلفة تراوحت ما بين (العالية جدا ،المتوسطة الارتفاع، الواطئة الارتفاع). أما أهم أسباب أختيار العينات البحثية هي:

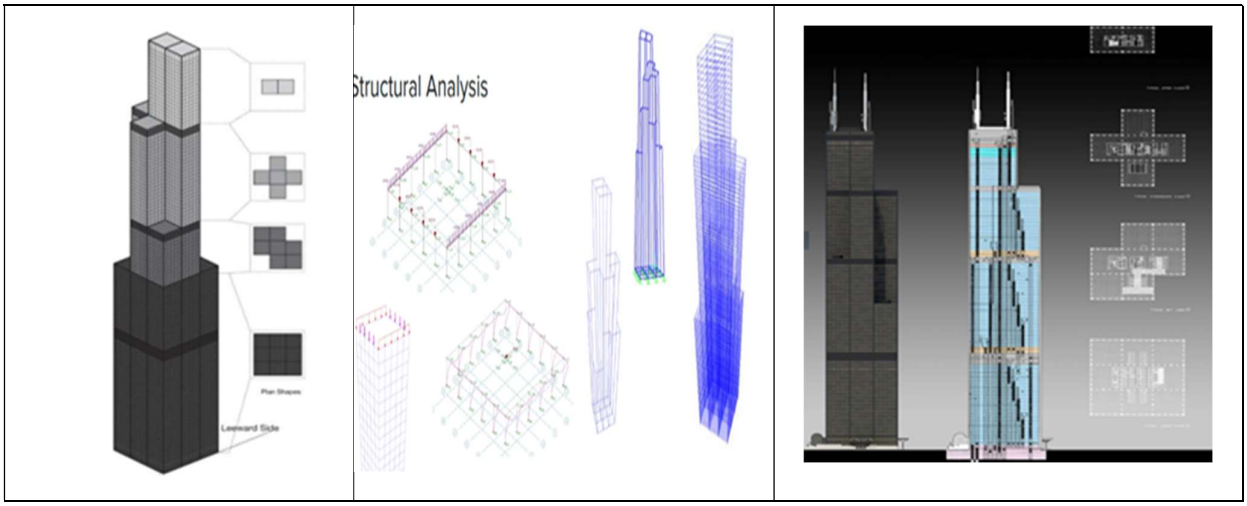
- أن تكون مشاريع معاصرة تتصف بالتميز والتفرد.
- وضوح توظيف ستراتيجية السطح الهيكلي وخصائص النظم التكرارية في بعض الهياكل المنشئية للعينات المنتخبة.
- ابنية لها تاثير في المشهد الحضري والمعماري ومتفردة في المعالجات الشكلية والانشائية.

3.2.1 وصف العينات المنتخبة:

تم أختيار ست عينات بحثية تتمثل ب (3 عينات لأبنية عالية جداً متعامدة) و(3 عينات لابنية متوسطة الارتفاع حرة أو متكسرة) لأجراء القياس والتحقق من الفرضيات ،وتقديم وصف للمشروع باعتماد الدراسات السابقة ومصادر الانترنيت .كما موضح بالجدول رقم (2)

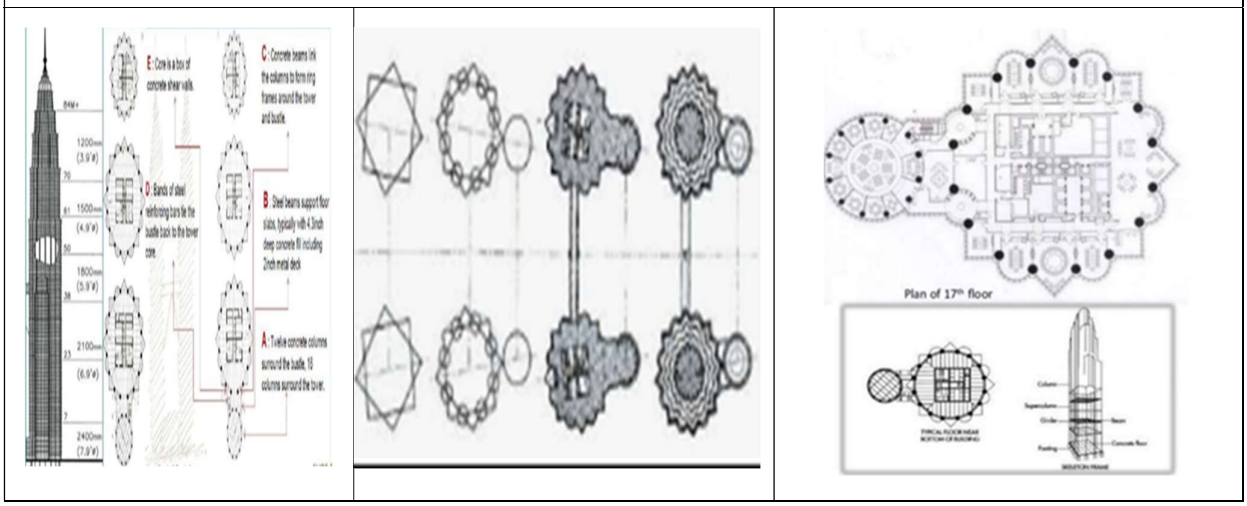
جدول 2 : وصف العينات المنتخبة

1-المشروع:برج سيزر(ويليس)	المصمم:S,O,M 1974	الموقع: شيكاغو	رمز العينة =A
تعريف حالة الوصف			
يعد برج سيزر مبنى متعدد الاستخدامات أنشئ بمساحة (5200)م2 وبارتفاع (443)م وب(110) طابق ، أستمد البرج فكرته من شكل الفولاذ،حيث إن الهيكل الأنشائي له المتكون من نظام الاعمدة والجسور (هياكل تقليدية) و بشكل مصفوفة (3*3) من الأنابيب المربعة.والتي يقل عددها عند الأرتفاع ألى الأعلى بمقدار أثنان عند المستوى 50,وأثنان عند المستوى 66،والأخريات عند المستوى 90.وذلك للتقليل من أبعاد البرج والسطح المعرض للرياح[44].			



شكل 9: يوضح الفكرة التصميمية والتحليل الهيكلي للبرج [32]

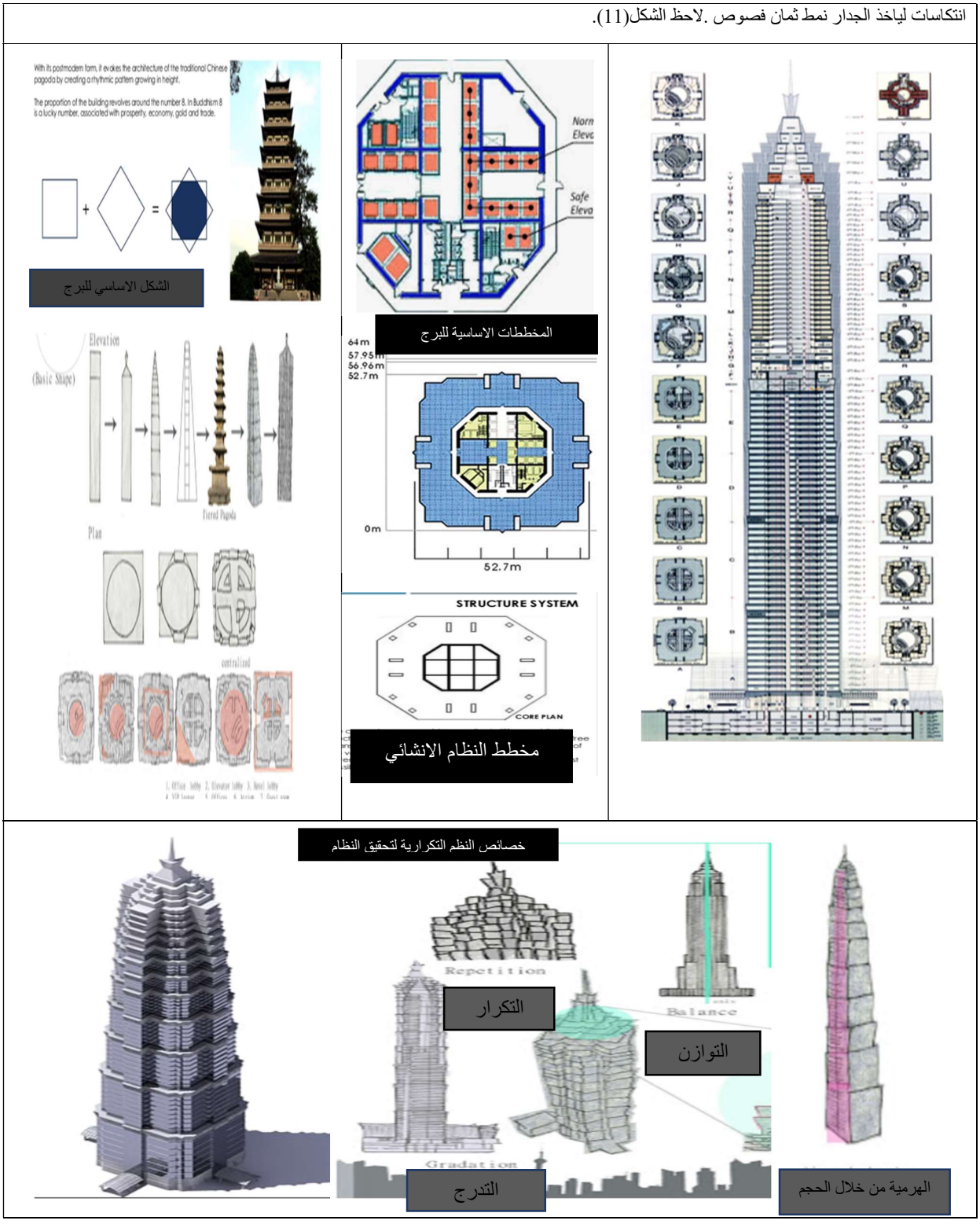
2–المشروع:برج بتروناس	المصمم:Cesar Pelli	الموقع:كوالالامبور/ماليزيا	الرمز : B
تعريف حالة الوصف			
بني البرج عام 1998، بمساحة تبلغ (350000) م2 و طول(452.6) م ،ويعد مبنى إداري ومركز شركة بتروناس للغاز والنفط.. فكرة البرج مستوحاة من التقاليد الهندسية الأسلامية ، حيث ينبع شكله من الحاجة إلى طابق أرضي مع هيكل قادر على مقاومة الرياح مع صلابة هيكلية جانبية فعالة ، و لغرض تمثيل فكرة البرج تم الأعتماد على أشكال ابتدائية (المربع) على أساس مربعان مع ثمان دوائر نصف متراكبة في الزوايا الداخلية . الهيكل الانشائي له مكون من حلقة مكونة من سته عشر عمود أسطواني مصنوعة من الخرسانة المسلحة القوية في الزوايا الداخلية للمخطط على شكل نجمة . و تتعلق بالنواة المركزية التي توجد فيها جميع الانظمة الراسية ، أما الغلاف الخارجي فيتكون من الفولاذ المقاوم للصدأ و الزجاج . كما يوجد جسر علوي مكون من طابقين يربط بين البرجين [29].			



شكل10: النظام الانشائي و و الية التشذيب لتوضيح الفكرة التصميمية في برج بتروناس [29]

3-المشروع:برج جو ماو	المصمم: S O M	الموقع:شنغهاي (الصين)	الرمز:C
تعريف حالة الوصف			
يعد البرج مبنى متعدد الاستخدامات ،أنشئ بمساحة (24000)م2 وبارتفاع(420)م. تعني كلمة (جو ماو) الازدهاراو الرفاهية الذهبية .استوحى المبنى فكرته التصميمية من الاشكال التقليدية الصينية والرقم(8) الذي يمثل رقم الحظ لدى الصينيون ،حيث تقل مساحة كل طابق في البرج ثمن المساحة التي بني عليها الطابق الواقع اسفل منه. تتوزع طوابق البرج التي بنيت على قاعدة مربعة الشكل على (16) مجموعة تتكول كل مجموعة من (16) طابق تتوهج هذه الطوابق الى الخارج قليلا في الجزء العلوي وتنحني الى الداخل عند الزوايا الخارجية لتكون شكل سقف الباغودا الصيني (المعابد الصينية التقليدية) فتشكل			

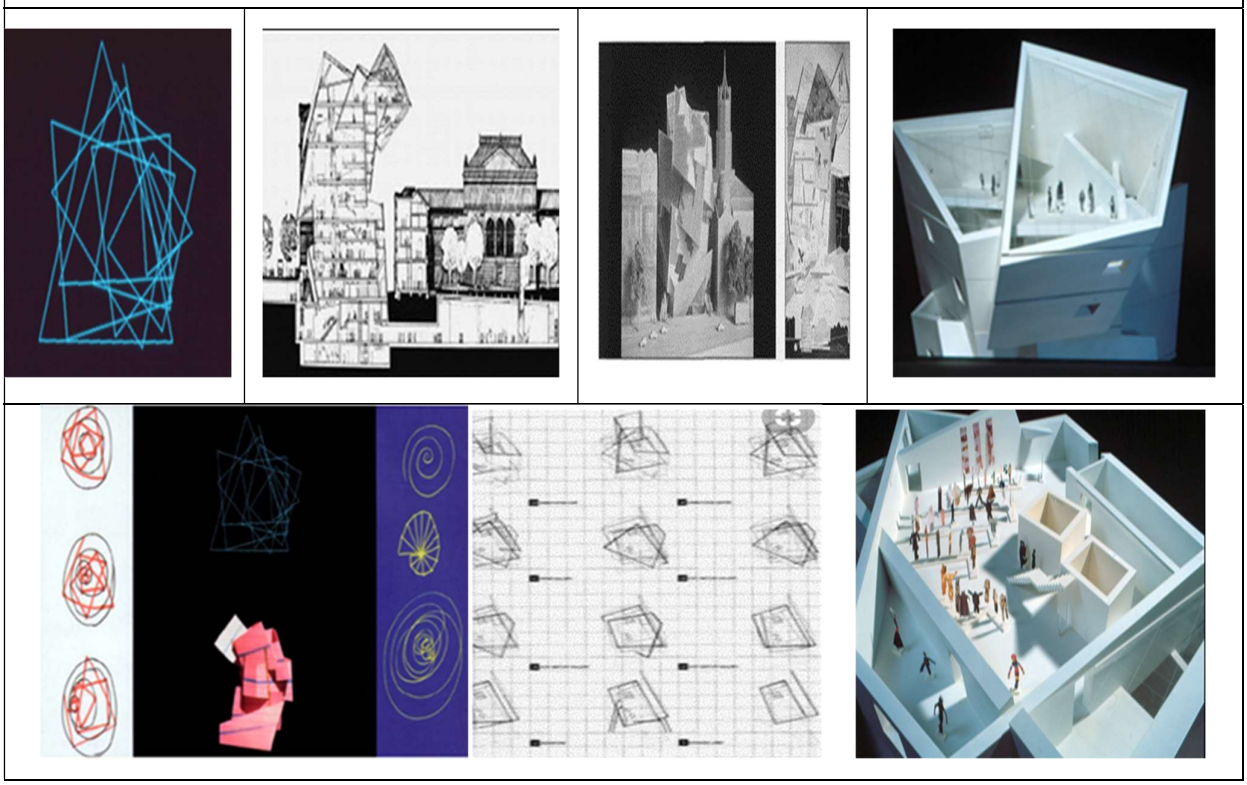
انتكاسات لياخذ الجدار نمط ثمان فصوص .لاحظ الشكل(11).



شكل11: يوضح نموذج الاستلهام الشكلي وتطبيقه في المشروع ، مخطط ومقطع عمودي يوضح الهيكل الانشائي، خصائص النظم التكرارية [38]

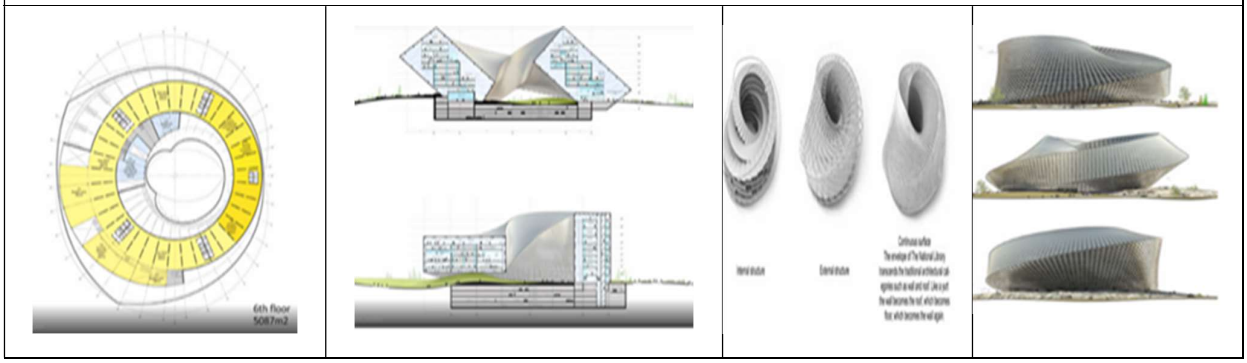
4-المشروع:متحف فكتوريا	المصمم:دانيال ليبسكند	الموقع:بريطانيا	الرمز:D

تعريف حالة الوصف
تم تصميم هذا المتحف الذي يبلغ مساحة(1000)م2 وارتفاع (20)م لعكس فكرة الهياكل الثورية بتقنية اللوالب الفوضوية ، و تطوير العلاقة بين الشكل و الهيكل باستخدام ست مكعبات تقفز بعضها فوق بعض لتكون فيما بعد تكوينات بهياكل داخلية دون الحاجة الى اعمدة ، فالاشكال فيها تصطدم لتكون اشبه ما يسمى بتدفق الجليد او المباني التكعيبية [15] .



شكل12 :يوضح اندماج السطح والهيكل بتوظيف الية التغطية البلاطية [15]

5-المشروع: المكتبة المركزية في كازخستان	المصمم: BIG CLINT	الموقع : كازخستان	الرمز: E
تعريف حالة الوصف			
بنيت المكتبة بمساحة(3300)م2 وبارتفاع (30)م .تعتبر المكتبة على انها حالة من المعايشة بين الطبيعة والمدينة,تم تصميم المكتبة بمساحة 3300م ،وأرتفاع 20 مكونة من شكل متوازي المستطيلات المنحني حول نفسه وبمسار دائري ,حيث يصبح الجدار سقفا ثم ارضية والارضية تصبح جدار مرة اخرى ,تعكس المكتبة فكرة العقد والخيمة والدائرة والعجلة(اربعة نماذج عالمية عبر الزمن) لتحقيق الاحتواء والحماية وبساطة التكوين والفناء,يتكون الهيكل الانشائي الصلد الداخلي من الخرسانة لتمثل الصلابة,والهيكل الخارجي الذي يمثل القشرة بواسطة نظام الاطارات الفراغية المغطاة بالواح زجاجية شفافة باستخدام التكنولوجيا الرقمية, [40]			

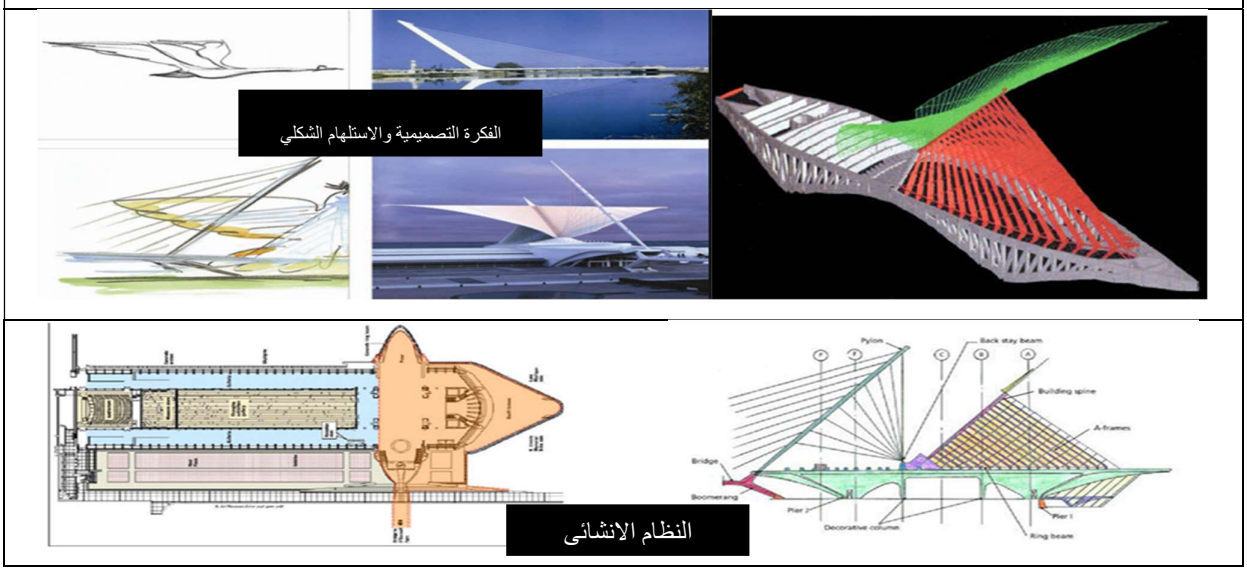


شكل 13:يوضح الهيكل الداخلي والخارجي وتكاملية العلاقة بينهما لتحقيق الدينامية والمرونة،[40]

6-المشروع متحف الفن الامريكي	المصمم:كالترافا	الموقع:الولايات المتحدة الامريكية	الرمز:F

تعريف حالة الوصف

يعتبر المشروع مبنى ثقافي انشئ بمساحة(142000)م2 وبارتفاع (27)م.حيث معلماً معمارياً مكوناً من ثلاثة مباني صممت من قبل ثلاث مهندسين (ابروسارمنين ، ديفيد كاهلر، وسانتياغوكالترافا).في منطقة تاريخية تبعد عن المركز (1كم) وصل إلى شكله النهائي بعد عدد من الإضافات الهيكلية على يد المعماريين السابقي الذكر وعلى مر عدد من السنين ,كما خضع المبنى للعامل الإقتصادي في كل مرحلة من مراحل تطويره ,يضم المبنى جناحاً ضخماً جدا(قاعة الاستقبال) او المدخل ونقطة توجيه الزوار ،تم تنفيذ فكرة المشروع بصورة مميزة ضمن السياق وعكسه ككيان مستقل عن ما يحيط به من طبيعة تشيدية كلاسيكية ,بتوظيف واضح لتكنولوجيا المواد النانوية من خلال الشكل الابيض للخرسانة للحفاظ على نصوعته والتي تكون اشبه بالسفينة كنوع من الاستعارة من المكونات المادية والصناعية وشراعها الذي يعكس الهيكل التكويني لجناح الطائر كنوع من الأستعارة من الطبيعة الحية ومحاولة محاكاة الهيكل العظمي لجناح الطائر،إستخدمت آلية كشف الأنظمة والعلاقات مابين المفاصل للعناصر الانشائية التي تمتاز بالتكرار لتحقيق الهيكل المعقد ,كما يعبر الهيكل عن الدينامية الحركية بتوظيف حركة الجناح عند المدخل والتي تاخذ شكل حرفV ,فقد وظفت هذه الدينامية لتحقيق الإستدامة وذلك بحماية الجزء الشفاف للمبنى من اشعة الشمس.أما محور الصاري فيميل بدرجة (45) ليوازي صاري الجسر المجاور ثبتت به الكابلات لتحقيق الأسناد الهيكلي والثبات والاتزان.لاحظ الشكل (14) [45].



شكل 14 : يوضح تكاملية الهيكل والشكل من خلال ستراتيجية السطح الهيكلي [45]

3.3 *اسلوب القياس وطريقة تحليل:*

توضح الفقرة أسلوب القياس المتبع و نوعه لمفردات الأطار النظري و متغيراته . و قد شمل نوعين من الأنطقة القياسية ضمن قياس (Measurement scale) :هما (Nominal و Ordinal) . يستخدم نطاق القياس الأول (Normal) لقياس المتغيرات الخاصة بخصائص النظم التكرارية المتعلقة بذات النظام و العناصر المكونة له ، المتغيرات الخاصة بانواع النظم التكرارية ، و المتغيرات الخاصة بستراتيجية السطح الهيكلي . أما نطاق القياس الثاني (Ordinal) فأستخدم لقياس المتغيرات الخاصة بعلاقة النظام بالبيئة المحيطة ، اذ يعتمد قيمة رقمية لتقييم مدى تحقق المفردة من خلال أعتماد متغيرات و لكل متغير قياس تتراوح قيمته بين (0-2) و على مستوى(الجزء-الكل).

4. تحليل ومناقشة نتائج الدراسة العملية:

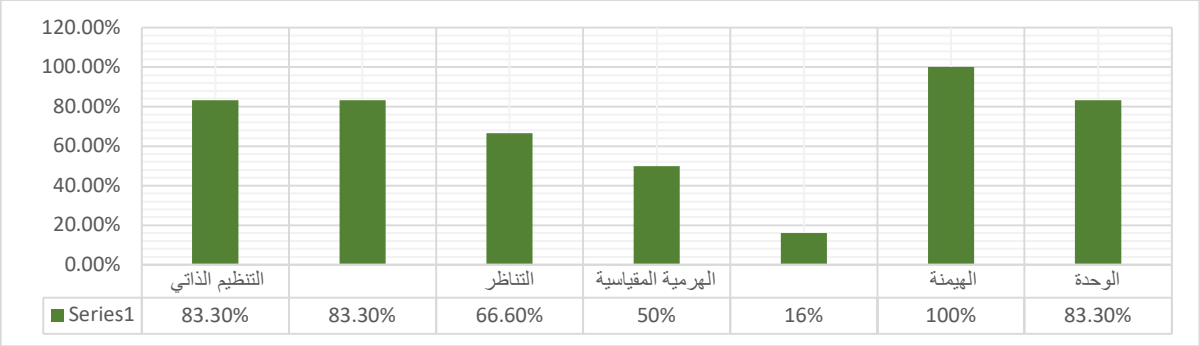
- خصائص النظم التكرارية المتعلقة بذات النظام:اظهرت النتائج تنوعا في قيم مفرداتها فبالنسبة لمفردة التنظيم الذاتي فقد حققت نسبة (66.6%) من خلال تقنيات المواد و باستخدام النمط الكسري وحققت الهرمية المقياسية نسبة (50%) على مستوى المبنى ككل ونسبة(16.6%) على مستوى العنصر(الجزء).في حين حققت مفردة التناظر وعلى مستوى المبنى ككل نسبة (66،6%) وعلى مستوى الجزء نسبة (33،3%) و من خلال الية الهرمية المقياسية وبنفس النسبة. كما حققت مفردة الهيمنة ومن خلال التكرار للعناصر المنشئية المتجانسة نسبة (100%) في حين لم تحقق اي نسبة من خلال الموقع الاستراتيجي للعنصر المنشئي.واخيرا حققت مفردة الوحدة في التكوين ومن خلال تكرار العناصر المتجانسة نسبة (83.3%).والهرمية المقياسية نسبة(50%) على مستوى الكل ونسبة(16.6%) على مستوى الجزء. نستنتج من ذلك اعتماد الهياكل بنوعيها المصمتة المثقبة على التكرار للعناصر المنشئية وذلك لخلق انماط عاكسة للوحدة (كل عنصر يحمل هوية النظام الكلي) واعتمادها على تقنيات المواد في زيادة كثافة الهيكل لانتاج هياكل تمتاز بالصلابة في مقاومة حمل الرياح بالنسبة للمباني العالية.شكل (15).

- انواع النظم التكرارية :اظهرت النتائج تنوعا في نوع الهياكل وفقا لنوع النظام التكراري اعتمادا على نوع الالية التي تم توظيفها ,فقد حققت الهياكل المتكونة وفق نظم تكرارية منسقة نسبة (66.6%) وفق الية التكرار للعناصر المنشئية, و نسبة (33،3%) للهياكل التطورية وفق قواعد توليدية.اما الهياكل الحركية فقد حققت نسبة (50%) باعتماد الية التجريد و(33.3%) بتوظيف الية التحول.واخيرا حققت الهياكل غير المنتظمة نسبة (50%) في حين لم تحقق اي نسبة على مستوى التلاعب بالتفاصيل.نستنتج من ذلك اعتماد الهياكل المصمتة على التكرار التناسقي لتحقيق التناظر وخلق هياكل تمتاز بالقوة والاستقرار,بينما الهيكل المنشئية المثقبة اعتمادها على الخطوط المنحنية والعناصر الملتفة لخلق حالة من الحركة والاستمرارية والدينامية .شكل(16).

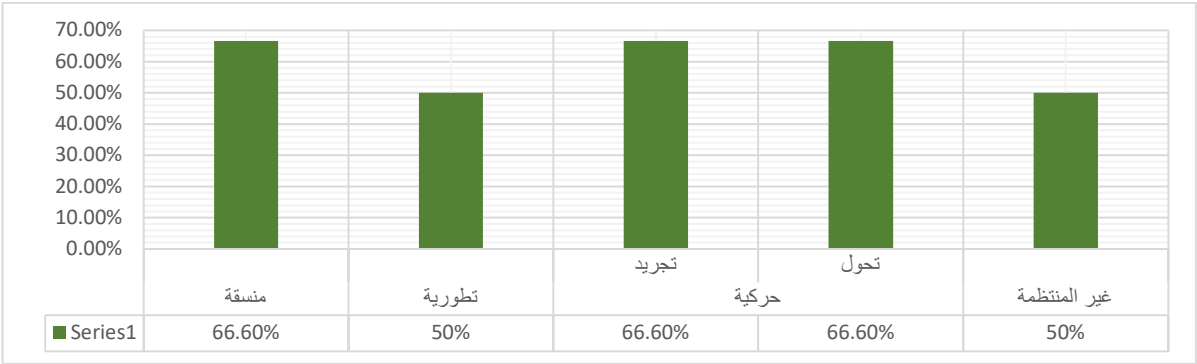
- ستراتيجية السطح الهيكلي:وظفت هذه الستراتيجية في الهياكل المثقبة لتحقيق اندماج ما بين الهيكل والشكل على مستوى تحقيق التوازن (هيكل قادر على حمل الاثقال) بنسبة (83،3%) وهياكل تمتاز بالمرونة و الدينامية وبنسبة (50%) كما حققت علاقة تكاملية ما بين الشكل والهيكل و لخمس عينات بحثية لتحقق نسبة (100%). في حين حققت خاصية التكيفية

لعينتين فقط لتحقق نسبة (33.3%). كما تنوعت الاليات الموظفة في هذه الستراتيجية فقد حققت الية التجميع للعناصر المسبقة الصنع نسبة(66،6%) وذلك لتحقيق الصلابة في حين حققت كل من الية التغطية البلاطية باعتماد الانعكاس والدوران للعناصر نسبة (16.6%). والية الانحراف للعناصرنسبة (33.3%). والية التعديل والشذيب (للهياكل المباني العالية) نسبة (50%) اعتمادا على المتطلبات الوظيفية للمشروع والفكرة التصميمية.شكل(17).

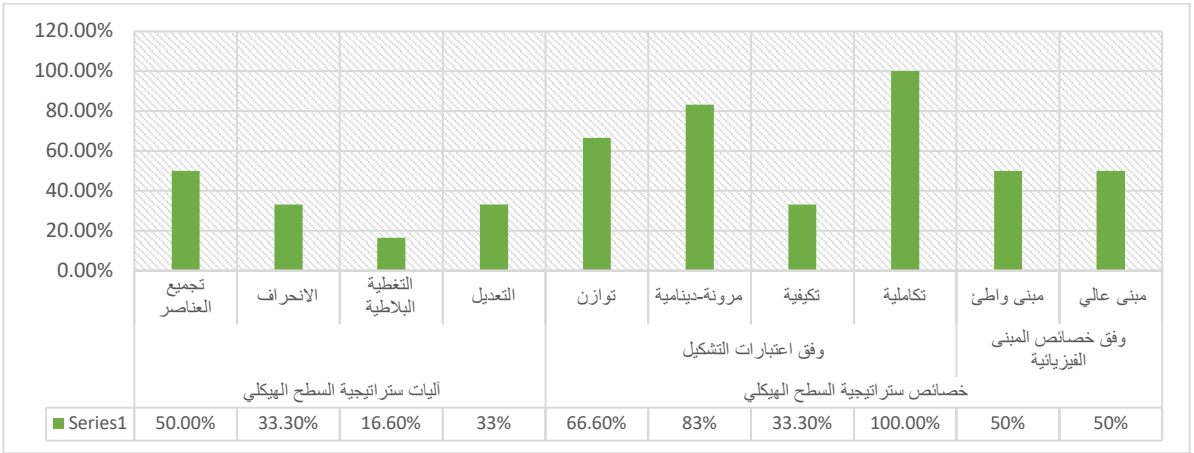
- تحليل ومناقشة نتائج متغيرات الخاصة بعلاقة النظام بالبيئة المحيطة:اظهرت نتائج التطبيق تحقيق درجة تعقيد متوسطة للعينات B,D,E وعلى المستوين (الجزء والكل) بينما كل من العينة (A,F) درجة تعقيد متوسطة وعلى مستوى الجزء فقط.اما بالنسبة لمفردة التحول فقد بينت النتائج تحقيق العينة (C) تحول عالي من خلال العلاقات الانعكاسية على محور الناظر,والعينة (D,E) من خلال العلاقات الدورانية للعنصر وبنمط معين,بينما حققت كل من (A,E,F) تحولا بدرجة متوسطة وعلى مستوى الكل ,وتحول بدرجة متوسطة للعينة (B). في حين تحققت مفردة الدينامية وللعينات(B,C,F,D) بدرجة متوسطة وللمستويين من خلال التنوع بالعلاقات بين الاجزاء والانحنائية التي تظهرها العناصر,بينما حققت العينة (E) دينامية بدرجة متوسطة على مستوى الجزء ودرجة عالية على مستوى الكل من خلال انحنائية الخطوط ,واخيرا لم تحقق العينة (A) اي درجة من الدينامية وعلى المستويين.اظهرت نتائج التطبيق تحقيق درجة ارتباطية للعناصر متوسطة للعينات جميعا لتحقيق المرونة الكافية .نستنتج من ذلك اعتماد التحولات في النظام سواء على مستوى الجزء او الكل لأعطاء خصائص الدينامية والتعقيد. هذه التحولات تتضمن سلوك جديد للعناصر او العلاقات بينها كما ان قوة الارتباط الهندسي يعكس مدى الأستقرار الهيكلي الذي يعكس مرونة الهيكل في الأستجابة للمتغيرات الخارجية.شكل(18)



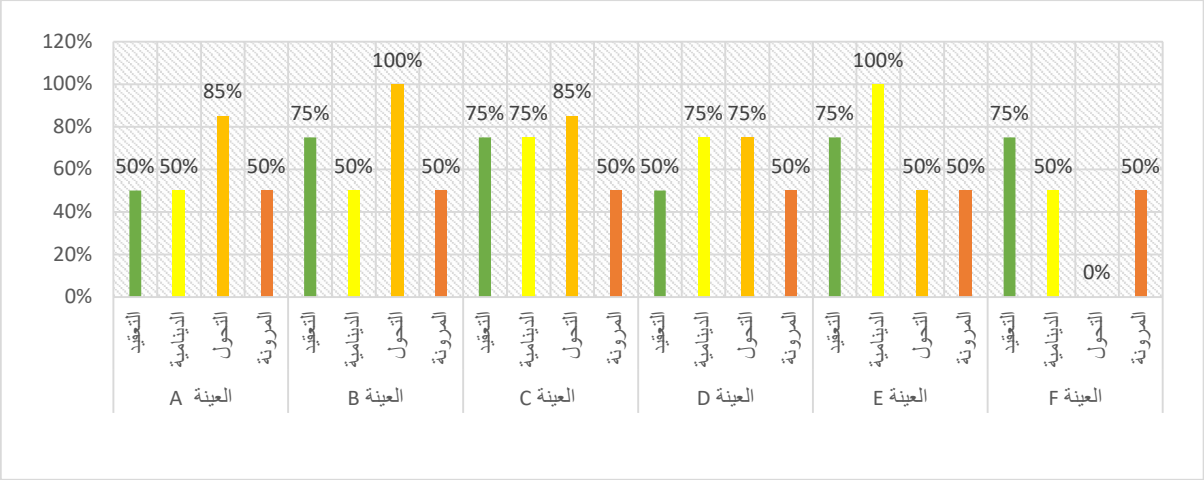
شكل15 :مخطط يوضح نسب نتائج المتغيرات المتعلقة بمفردات خصائص النظم التكرارية المتعلقة بذات النظام في العينات البحثية



شكل16 :مخطط يوضح نسب نتائج المفردات الخاصة بانواع النظم التكرارية في العينات البحثية



شكل17 :يوضح نسب نتائج متغيرات مفردة ستراتيجية السطح الهيكلي في العينات البحثية



شكل 18: يوضح نسب نتائج المتغيرات الخاصة بخصائص النظم التكرارية المتعلقة بالبيئة المحيطة في العينات البحثية

5. الاستنتاجات والتوصيات

5.1 *الاستنتاجات العامة للبحث:*

1-النظم التكرارية هي عملية هيكلة واعادة تدوير وتنظيم لانتاج شئ معين كونها تمثل احدى العمليات التطورية والاساسية التي تنتج الشكل او المظهر الخارجي للهيكل،فهي منظومة ذات قواعد يمكن من خلالها السيطرة على حالة الهيكل المنشئي قائمة على الترتيب في عناصرها وبطريقة غير عشوائية.

2-ساهمت النظم التكرارية ضمن ما يعرف بستراتيجية السطح الهيكلي في انتاج ما يعرف بالهياكل المصمتة باعتماد التكرار للعناصر المنشئية وللهياكل المثقبة من خلال القواعد التوليدية والأستفادة منها في تحقيق اندماج ما بين الهيكل والشكل لانتاج هياكل تمتاز بالكفاءة والمظهر الجمالي،و هياكل تعكس الحركة والدينامية.

3- يتضح من ذلك أهمية خصائص النظم التكرارية في صنع النظام للهيكل المنشئي فهي لا تشير إلى التنظيم الهندسي فقط بل إلى حالة يكون فيها الجزء بموقع يشير إلى الكل والأجزاء الأخرى ويشير إلى هدف الكل.كما يتنتج ترتيباً متناغما تجعل الهيكل المنشئي متماسكاً وتمكنه من إداء وظائفه الأساسية، و تؤثر على تنظيم العناصر ضمن التشكيل الهيكلي.و تبرز أهميتها بتأثيرها على كيفية أدراك المتلقي للنتاج بأعتبارها أدوات بصرية تسمح للمتلقي بالتعايش الأدراكي و المفاهيمي في اطار النظام الموحد و المتنوع ككل.

4- نستنتج أنه و لغرض أنتاج هيكل منشئي معاصر(مثقب) يتم المزج أو الجمع لأكثر من نظام تكراري لغرض أخراجه من التقابلات التقليدية وعكسه لدلالات رمزية وبصرية و أكسابه الدينامية و الأنحنائية العاكسة لتعبيرات شكلية تكسب الهيكل معاني مرمزة تقود لتفاعل المتلقي مع النتاج.فضلاً عن أدائه لوظائفه المتمثلة ب(الوظيفة الأنشائية والجمالية والأجتماعية).

5-تعتبر النظم التكرارية آلية يتبعها المعماري لغرض تحقيق التوازن والتنوع والتنظيم اللاعشوائي أستنادا إلى علاقات وقواعد وقوانين متغيرة لتحفيز تكراراتها الإيجابية البعيدة عن الأستنساخ السلبي ،وخلق هياكل معمارية تحمل صفة الموازنة بين(التنوع والتكرار)،التنوع البعيد عن التشويه والعشوائية بإتجاه النظام والتنوع الإيجابي وتحقيق الأستمرارية بالأعتماد على سمات وخصائص هذه النظم والعلاقات التي تربط عناصر التكوين نفسه.

6- أرتبط مفهوم التنظيم الذاتي (أحد أهم خصائص النظم التكرارية في الهياكل المنشئية المثقبة بمفهوم النشوء EMERGENCE و ذلك بأعادة التنظيم الداخلي للهيكل و إعطاء تصور للعناصر المنشئية للتأثير بالحواس بتوظيف آلية التغذية المرتدة، أو بتفعيل خاصية التنظيم الذاتي كآلية في تقنيات المواد أو بنمط كسري ضمن ستراتيجية المحاكاة في توزيع نقاط الحمل بغرض السيطرة على حجم الخلية و توزيع و تمايز الأحجام و عدد العناصر ضمن البنية الكلية لإنشاء أنظمة انشائية تمتاز بالقوة و الصلابة.

7-اتسمت الهياكل المصمتة بخاصية الوحدة من خلال ترابط اجزائها ,وترابط هذه الأجزاء هو الذي يولد نظاماً منشئياً معقداً وموحداً هذه الخصائص لايمكن توضيحها إلا بالرجوع إلى النظام الكلي فكل عنصر في الهيكل يحمل هوية ذلك النظام ويعرف من خلاله فتحقق شعور بالتناغم والكمال بتكرار العناصر المنمطة بالتالي اعطاء شعورا ايجابيا للمتلقي.

8- ساهمت ستراتيجية السطح الهيكلي في ايجاد عدة مستويات من التكامل منها ما يسمى ب(التكامل الموحد مابين المنظومة الانشائية ومنظومة الغلاف الخارجي(القشرة) بحيث لا يمكن التمييز بينهما (بالنسبة للهياكل المثقبة)، التكامل المتصل للهياكل المصمتة حيث يرتبط الشكل بالهيكل المنشئي ويؤدي بعض وظائفه مثل الانغلاق او توزيع حمل الرياح.

9-ساهمت ستراتيجية السطح الهيكلي في ايجاد العلاقة بين الشكل والهيكل على مستويين: الاول: التركيبي من خلال العمق التنظيمي للهيكل المنشئي كونه (مكشوف في الهياكل المثقبة و اولوية بروز الهيكل على الشكل وعلى المستوى الكلي والجزئي او مخفي للهياكل المصمتة).المستوى الثاني: المستوى التعبيري،حيث برزت ثلاثة انماط للعلاقة وهي:

- اظهرت الهياكل المثقبة في المباني العالية نمط العلاقة (المندمجة) التي يتم التعبير فيها عن النظام الانشائي من خلال الشكل وبصورة مباشرة ويكون التعبير عن الشكل بالاستجابة للمتطلبات الهيكلية والمتطلبات الوظيفية.

- امتازت الهياكل المصمتة بنمط العلاقة المنفصلة بين منظومتي الهيكل المنشئي والشكل المعماري،فمنظومة الهيكل المنشئي تعبر عن وظيفتها بمعزل عن الشكل نتيجة لتجاهل المتطلبات الهيكلية واختباء الهيكل خلف الشكل.

- يظهر نمط العلاقة الهجينة في الهياكل المثقبة للابنية (ذات الشكل الحر) بتداخل المفهومين (المظهر والجوهر) معا فيتصف الناتج بالتنوع لوجود انتقائية بالاشكال والمصادر والمعالجات ،ليعبر الهيكل والشكل عن الشيء ذاته.

10-استخدام آلية الالتواء والتشذيب (التهذيب) لتحقيق خصائص التعقيد للهياكل المثقبة العالية ليس لتحقيق الغاية الجمالية فحسب وانما يلعب دور

مهم في حمل الاحمال الديناميكية ،فاستخدام هكذا اشكال هو طريقة فعالة لتقليل احمال الرياح على المباني.

11-استخدام آلية الاستدقاق في الهياكل المثقبة للمباني العالية هو لتوفير قاعدة عرضة لتوفير الاستقرار الهيكلي ،بينما الجزء العلوي الضيق يقلل من القوى التي تسببها الرياح على المبنى.

12-ارتبط نهج التصميم في الهياكل المثقبة العالية بتكنولوجيا المعلومات وتقنيات المواد والانشاء.

13-افضل نظام انشائي للهياكل المثقبة (ذات الشكل الحر) هو النظام القشري الذي يتميز بقدرته على تحمل الاحمال ونقلها باقل سمك اعتمادا على هندسيتها المنحنية،اضافة الى توليدها مباني ديناميكية معبرة فضلا عن تنظيم الفضاءات الداخلية.

14- عدم اقتصار شكل المبنى (المباني العالية) على الشكل المستطيل وانما بدا يتجه نحو الاشكال المنحنية والخطية الدينامية وافضل نظام لها هو نظام (Diagrid system supported with core).

15- من اهم العوامل المؤثرة في شكل المبنى العالي هي أرتفاع المبنى و نوع النظام الانشائي القادر على الحد من تاثير الرياح والاحمال الجانبية وكفاءة الوزن الهيكلي والتكلفة الاجمالية.

16-اختيار النظام الانشائي الاكثر ملائمة استنادا الى شكل المبنى يؤدي الى زيادة كفاءة المبنى لذا يتعين على فريق التصميم النظر في العلاقة المتبادلة بين الشكل والنظام الهيكلي لتتناسب بشكل جيد لمقاومة الرياح.

17.اظهرت النتائج دور تقنيات النمذجة الهندسية البارمترية باعتماد العمليات التوليدية المتكررة في قيادة اتجاهات التصميم وتاثيرها على الشكل.

18.اظهرت النتائج هدف النظم التكرارية في ايجاد العلاقة بين الادوات التوليدية وادوات التحليل الهيكلي فيما يخص الهياكل المثقبة من اجل الوصول الى تطوير الشكل جنبا الى جنب مع التصميم الهيكلي.

5.2 التوصيات:

يوصي البحث بعدد من النقاط التي يجب أخذها بنظر الأعتبار في تصميم المباني بصورة عامة والهياكل بصورة خاصة ،تتمثل تلك التوصيات بما يأتي:

- يوصي البحث بأستثمار المفردات التركيبية للنظم التكرارية وستراتيجية السطح الهيكلي(الرئيسية والثانوية) التي توصل اليها البحث كأستراتيجيات تصميمية في تكوين هياكل معاصرة.
- يوصي البحث بالتركيز على خصائص الآليات لستراتيجية السطح الهيكلي وتأثيرها المتوقع على كل من الشكل المعماري والهيكل وأعتمادها كمنهج تصميمي في العملية التعليمية الأكاديمية المعمارية.
- توصي الدراسة بأستثمار الآليات التي وظفت في ستراتيجيات النظم التكرارية في التصميم والأنشاء والتشغيل والأستفادة منها في عمليات أعادة التطوير وتأهيل الهياكل التقليدية.

المصادر:

[1] الحولي ، فيصل حسن ، "التكرار في الدراسات النقدية بين الأصالة والمعاصرة" ، رسالة ماجستير ، في اللغة العربية ، جامعة مؤتة ، 2011 ، ص. 2 ، 64

[2] الخفاجي ، علي محسن ، "الهيكل الإنشائي والمعنى في الشكل المعماري" ، رسالة ماجستير ، هندسة معمارية ، الجامعة التكنولوجية ، 1999 ، ص. 2-5

[3] الشايب ، مسعد أحمد ،" معنى النظام في اللغة "، 2017.

[4] الطائي ، مريم محمد حسن ، "تحريك العمارة: أثر الحركة الموضعية للعمارة في المستلم" ، رسالة ماجستير ، هندسة معمارية ، الجامعة التكنولوجية ، 2013 ، ص. 7

[5] الأمام،هبة عبد المجيد محمود،" اثر التصميم المعماري في نظم المباني العالية"،رسالة ماجستيرمنشورة،كلية الهندسة الدراسات العليا،جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا،2015.ص.32.

[6] السامرائي، صفاء الدين حسين،"اثر تكنولوجيا النظم المنشئية في النتاج المعماري المعاصر"، بحث منشور،العدد5، المجلد 2،مجلة كلية الهندسة،هندسة العمارة،الجامعة التكنولوجية،2014.ص.22.

[7] مجيد، علي سعد ، "التكنولوجيا الرقمية وتطبيقاتها في الهياكل الإنشائية العضوية ، رسالة ماجستير ، هندسة معمارية ، كلية الهندسة ،جامعة بغداد ، 2015 ، ص 42 ، 123 ، 124

[8] المقرم ، أسماء محمد حسين ، "الكسرية في العمارة" ، أطروحة دكتوراه ، هندسة العمارة ، الجامعة التكنولوجية ، 2008 ، ص 96.95

[9] المقرم ، أسماء محمد حسين ، "النظام في العمارة الإسلامية" ، رسالة ماجستير ، هندسة معمارية ، الجامعة التكنولوجية ، 1998 ، ص 1-4

[10] Al-daly, Hazem, Mohammed, “Architecture in The Age of Information Technology “, Master Thesis, Ain shams University, Faculty of Engineering, Department of Architecture, 2004, p: 97.

[11] Anderson, AmericanArchitecture. 2004.p.3

[12] Bahrami,Payon,Matin,AL ghamadan,Mahjoub, Al-nimeri ,”The Future Trend of Architectural Form and Structure System In Higher-Rise Building” , 2014, p:20, 21, 59

[13] Charleson, Andrew, W,”Structure as Architecture: source Book for Architects and Structure Engineering, 2005, p: 91, 92 .

[14] Ching,Francis,D, F,”Architecture:Form,Space and Order”,2nd Edition, Van No Strand Reinhold,U,S,A,1996,P:321,365.

[15] Dunn, Nick,”Digital Fabrication in Architecture”, 2012, p: 165.

[16] Emitt, Stephen, “Architectural Technology Black Well Science”, London, 2002, p: 74.

[17] Sandakar, Bjorn, “On Span and Architeure: Exploring Structure in Architecture”, 2007.p.95, 165.

[18] Ibrahim, Ibrahim Adel, Hady, “Impact of the Digital Simulation and Dynamic Reference of the Form Methodology”, Doctoral Thesis, Alexandria University, Faculty of the Art, Department of Architecture, 2009.p.13

[19] Hadid, Zaha,"Total-Fluidity", University Applied of Vienna, 2010, p: 101.

[20] Hegel, Georg, "The Art of Music", published book, translated by George Tarabishi, Dar Al-Taleea, Beirut, first edition, 1980. p: 112.

[21] Hilka, Rogers,"Structure Form and Construction of Complex Form, 2009, p: 4.

[22] Oxman, Robert and Rivka Oxman, "The Computability of Architectural Knowledge". The Electronic Design Studio: Architectural Knowledge and Media in the Computer Era.Eds.M .2010.p.36, 39.

[23] Krawczky, Robert Ibrahim, Magdy," Generating Fractal based on Spatial Organization", 2004

[24] Lorenzo, Wolf Gang,"Fractal and Fractal in Architecture", 2003, p: 1-10.

[25] Macdonald, Angus , J. ,"Structure and Architecture", 2 Sec , Edit , 2001.p:8, 9

[26] Mitchell, William, J.,"Design Professionals And The Environment": Knox, Paul Ozolins, Peter, 2000.p.205.

[27] Motro, Rene,"Art Structural Engineering-Art of Structure Engineering ", Book, 5th Ed, 2011.p,23

[28] Okbaz, Fazilet, Aysin, Sev,"Integration of Architectural Design with Structure Form In Non-Orthogonal High-Rise", 2014, p: 5, 9.

[29] Pastor, Luisa, & Corraw, Rosella,"Filligree Construction VS Solid Construction, the Relationship between Structure and Contemporary Age, 2010, p: 854.

[30] Potts, Temothy and Others, "Understanding Formal Analysis: Principles of Design Edujation, U, S, A.2014, P: 2.

[31] Sandakar, Bjorn, "On Span and Architeure: Exploring Structure in Architecture", 2007,p.95,165.

[32] Sara Calvin& Others,"Applied Architectural Structure", 2009.p3-8

[33] Scott, Robert Gillam "Design Fundamentals "McGraw Hill Book Company

[34] Sheppard, Marlin, "Music of Architecture ", 2011.

[35] Thapa, Rene,"Rhythem in Architecture", 2017, p: 20

[36] http://chasemitchelljordan.com/structural-a

[37] http://www.getty.edu/foundation/pdfs/kim/sydney_final_report

[38] https://pdfs.semanticscholar.org/5c59/8deb9daad4

[39] https://www.almaany.com

[40] https://www.archdaily

[41] https://www.google.com/search?q=The+structural+system

[42] https://www.google.iq/search?q=Structural%20struc

[43] https://www.lexico.com

[44] https://www.researchgate.net/publication/226330 5

[45] https://www.solaripedia.com/files/979.pdf

Iterative systems in sold structures and filigree structures / study in structural surface strategy

Tahreer Moneer Sahib AL-ansari [1*] and Asmaa Mohamed AL-Moqaram[2]

1Ministry of Education, Directorate of Eduction, Second Rusafa, School building Division, tahreer.moneer@ yahoo.com

2Department of Architecture, University of Technology, Baghdad, Iraq, uotechnology.eedu.iq@90044

**Correspondeng auther: Tahreer Moneer Sahib AL-ansari, tahreer.moneer@ yahoo.com*

Puplished online: 30 June 2021

Abstract— The relationship between the structure and the shape in contemporary architecture has different formats according to design and structural requirements. The integration is important formulas among these relationship, as they form one unit in architecture, where the integration is characteristic by the important property which is the iterative system. One of the strategies to find iterative systems in contemporary architecture over traditional is called structural surface. Previous knowledge has been differed in explaining the functional of systems and it's mechanisms, especially in the relationship among the form and structure, so the problem has surfaced "the necessity to know the difference of the properties and types of iterative systems among solid and perforated structures within the structural surface strategy, and it's role between the form and the structure". to achieve the research's goal "what are the repetition and iterative systems in contemporary architectural structure and it's role to determine the shape of the relationship among the structure and the form for building of different heights ", which has depended on descriptive analytical method in three stage after defining the repetition in general, iterative system in particular and previous knowledge criticism. First stage has focused on building a theoretical framework (characteristics and types of the iterative systems in contemporary architectural structure and structural surface strategy). Second stage has focused on knowing the levels of the relationship among the form and the structure, By studying selected samples within building of different height In addition to determine the important basic assumption of the research ,which is (iterative systems is differ in architectural structure (solid and perforated) , through characteristics of the iterative systems with the system and the relationship of the surrounding environment according to it's height (high ,medium) and it's formation method (orthogonal ,free)) . Third stage has focused on analyzing the results and conclusions as in the role of the iterative systems (structural surface strategy) in producing the solid structures by adopting the repetition of the structural elements and generative rules in perforated structures, and use it to achieve a fusion among the form and the structure to produce structures with efficiency and aesthetic appearance and structures that reflect movement and dynamism. The level of this relationship are :(first: the compositionl, through the organizational depth of the architectural structure. Second: the expressive, by finding three types of the relationship are (the merging, the discrete, and the hybrid).

Key words: "the form", "the architectural structure", "the iterative systems", "the structural surface strategy".