Contents available at Iraqi Academic Scientific Journals

Iraqi Journal of Architecture and Planning

المجلة العراقية لهندسة العمارة والتخطيط

Journal homepage: https://iqjap.uotechnology.edu.iq

Topological Characteristics of an Architectural Product

الخصائص الطوبولوجية للنتاج المعماري

Ahmed Maher Rashid [a] *, Abdullah Saadoon Salman [b]

[a] Department of Architectural Engineering, University of Technology- Iraq, Baghdad, Iraq.

[b] Department of Architectural Engineering, University of Technology- Iraq, Baghdad, Iraq.

Submitted: 08/09/2021 Accepted: 23/01/2022 Published: 21/06/2022

K E Y W O R D S

Topological architecture, properties, flexibility, fluidity, integration.

A B S T R A C T

Topology or spatial science is one of the branches of modern mathematics that cast a shadow over various cognitive sciences, including architecture, as it began to overgrow in the contemporary digital age to make room for more creativity and structural design and implementation capabilities. Yet, the characteristics of this concept are still uncommon in the architectural community and the previous studies that dealt with it in fragmentary and separate concepts. Accordingly, the research problem is "the ambiguity of knowledge about the topological characteristics of contemporary architectural products." The research seeks to form a comprehensive theoretical framework on the topological characteristics represented by flexibility, fluidity and integration. These characteristics were generated by influential topological theories and previous studies that dealt with this concept, such as adaptation theory, knot theory and symmetry theory. Its concepts and vocabulary helped establish a formative structure in contemporary architectural products and then applied this to the selected samples. It resulted in a knowledge base that allows designers to gain more creativity, uniqueness and inspiration, depending on the descriptive-analytical approach.

الكلمات المفتاحية

عمارة طوبولوجية، خصائص، مرونة، سيولة، تكاملية.

المستخلص

الطوبولوجيا أو علم المكان هو أحد فروع الرياضيات الحديثة التي ألقت بظلالها على مختلف العلوم المعرفية ومنها العمارة. حيث بدأ ينمو بشكل متسارع في العصر الرقمي المعاصر ليفسح المجال لمزيد من الإبداع والقدرة التصميمية والتنفيذية الهيكلية، لكن خصائص هذا المفهوم مازالت غير شائعة في الأوساط المعمارية والدراسات السابقة التي تناولتها بشكل مجتزء وبمفاهيم منفصلة، عليه تم تحديد المشكلة البحثية بـ " غموض المعرفة حول الخصائص الطوبولوجية للنتاجات المعمارية المعاصرة "حيث يسعى البحث الى تكوين إطار نظري شامل عن الخصائص الطوبولوجية المتمثلة بـ المرونة والسيولة والتكاملية والتي تولدت من بعض النظريات الطوبولوجية المؤثرة التي تناولت هذا المفهوم مثل نظرية التطويع ونظرية العقدة ونظرية التماثل بما تحتويه من مفاهيم ومفردات ساعدت في تأسيس بنية تشكيلية وتكوينية في النتاجات المعمارية المعاصرة، من ثم تطبيق ذلك على العينات المنتخبة، لينتج عنه قاعدة معرفية تفسح المجال للمصممين لمزيد من الإبداع والتفرد والإلهام وذلك إعتماداً على المنهج الوصفي التحليلي.

* Correspondent Author contact: aahmedmahir22@gmail.com , +964 7727283567
DOI: https://doi.org/10.36041/iqjap.2022.132484.1018
Publishing rights belongs to University of Technology's Press, Baghdad, Iraq.
Licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

1. المقدمة

تعددت المفاهيم التي تناولت تشكيل البنية المعمارية بإختلاف منابعها الفكرية وجذورها التاريخية ومدى تأثيرها المباشر وغير المباشر، فصاغت بذلك مجموعة خصائص تعبر عن مضامينها العلمية والفنية لتنعكس في نتاجات معمارية رصينة تُحدِث نقلات نوعية في مسار تطور العمارة، إحدى هذه المفاهيم هي الطوبولوجيا الرياضية التي برزت في العصر المعاصر لتحاكي الطبيعة في تصوّرها وتشكلّها طارحةً بذلك افآقاً جديدة للعمل المعماري وموسعةً للمدارك التي يستلهم منها المصممين، مستعينةً بالتقنيات الرقمية الحديثة وأدوات التطور الهائل في مجال صناعة المواد والإنشاءات الهيكلية بما يتيح التحكم بالفضاءات المعاشة والتجربة الإنسانية ضمن حيز المكان، وعليه اهتم البحث بتبيان مفهوم الطوبولوجيا وعلاقته بالعمارة، من ثم وضح أبرز الخصائص الطوبولوجية للنتاجات المعمارية الناتجة عن تحليل النظريات والدراسات السابقة التي تناولته.

2. مفهوم الطوبولوجيا

يرجع تعريف الطوبولوجيا (Topology) لغوياً الى أصولها اللاتينية المتأخرة من الحضارة اليونانية، فتنقسم الى جزئين: الأول τόπος (tópos) والذي يأتي بمعنى المكان أو البنية، والجزء الآخر λόγος (logy) بمعنى دراسة شيء أو فرع من فروع المعرفة (Nourian 2020, p1). يعرفها الفيلسوف الفرنسي Michel Serres بأنها علم التقارب والتحولات الجارية أو المتقطعة، في حين أن Poincaré عالم الرياضيات الفرنسي يعرف الطوبولوجيا بأنها علم الخصائص النوعية للأشكال الهندسية في الأبعاد المتعددة للفضاء، وهي فن التحول والطفرة في فكرة الفضاء (Emmer, 2012, 120). تصفها Leontis أستاذة الأدب الحديث بأنها تمثيل للمكان، فهي نشاط يرسم تصور الآخرين للمكان، أو هي إعادة التفكير في مجموع العوامل التي شكلت إحساسنا بالمكان. تبحث الطوبولوجيا في عنصريها الذين يشكلانها: Logos الذي يشير للمكان و Topos الذي يصف الشكل الذي يعطى لهذا المكان (Leontis 1995, 5). تعرف الطوبولوجيا أيضاً بأنها العلم الذي يدرس الخصائص النوعية لبعض الأشياء التي تظل دون تغيير اثر خضوعها لنوع معين من التحول. فالفضاءات الطوبولوجية هي أشكال يمكنها الحفاظ على خصائصها النوعية مثل المرونة والسيولة والتكاملية عند تحولها. تنقسم فروع الطوبولوجيا حسب علماء الرياضيات مثل أندريه كولموغوروف (Андре Колмого ров) وهاوسدروف (Felix Hausdorff) الى ثلاثة فروع: الأول هو الجبري الذي تميز بظهور المفاهيم العلمية والتقنية التكنولوجية، والفرع الثاني هو التفاضلي الذي يدرس خصائص البنى الهيكلية وما تحتويه من إنسيابية وسيولة و دينامية، والفرع الأخير هو الهندسي الذي يشير الى مفهوم الأبعاد المختلفة في محاولة للسيطرة على المادة بشقيها الرقمي والمعياري، مع التأكيد على أداة التوجيه للسطوح المعمارية (Rashid, 2021).

3. الطوبولوجيا في العمارة

أفرزت الثورة الرقمية والعولمة فكر وفلسفة ما يعرف الان بالأشكال الرقمية (Digital Forms) والتي انتشرت بشكل واسع في شتى المجالات. يمكن إدراجها ضمن مفهوم النظريات التشكيلية الحديثة والتي تتجاوب مع مقتضيات هذا العصر بكل ما فيه من توجهات ونظريات متجددة (Khalaf, 2016). لم تعد البنية في ظل العمارة الرقمية اعتيادية مثل ما كانت تؤكده التكوينات التقليدية بل أصبحت تتخذ جسداً حياً من خلال رؤيتها كبنية دينامية، ترافقت هذه التحولات مع تطور التقنية الرقمية في أواخر التسعينات والتي تندرج تحت ظل الطوبولوجيا الجبرية مما اضفي على العمارة السيولة والنعومة والاحساس بالحركة، وبرز اختزال القيم الانسانية في نماذج العمارة الرقمية (Baha, 2015, p363). أدى التوافر الواسع وانخفاض تكاليف الإنتاج إلى تزايد استخدام الحاسوب في مجال العمارة، مما أعطى بعض المؤشرات عن سهولة إستيعابها في حياتنا اليومية. يقول Antoine Picon في كتابه "Digital Culture In Architecture" : التكنولوجيا هي نادراً ما تكون التفسير الوحيد وخاصة في مجال العمارة حيث تعتمد الكثير من الأمور على العوامل الاقتصادية والاجتماعية والثقافية، فالتحولات المستمرة التي نشهدها تمثل نتاجاً لعملية تاريخية أطول وأعقد بكثير من عملية التحويل إلى الأدوات الرقمية (Al-Khafaji, 2015, p13–14). نشأ ما يسمى الطوبولوجيا الرقمية (Digital Topology) بين عامي 1970 و 1975 على يد مدير مركز أبحاث الأتمتة بجامعة ماريلاند Azriel Rosenfeld، حيث تم تعريفها بأنها الدراسة الرياضية للخصائص الطوبولوجية لمجموعات من نقاط الشبكة الديكارتية في المستوى الإقليدي أو الفضاء ذي الأبعاد الأعلى، حيث تبحث مفهوم الإتصال في الصور الرقمية، فهي لا تتأثر بالتمدد والضغط والإلتواء وأنواع أخرى من التطويع المستمر. تُستخدم مفاهيم ونتائج الهيكل الرقمي لتحديد وتبرير خوارزميات معالجة الصور المهمة،

مثل خوارزميات التخفيف (algorithms for thinning) واستخراج الحدود (boundary extraction) أو رسم الحدود (border) أو تعداد العناصر (object counting) وملء المحيط (contour filling) (Davis, 2001, 73–74). يقترح Kosta sterzeds في كتابه Algorithmic Architecture إعادة النظر في الطريقة التي نتعامل بها مع توليد وتطوير نتاجات التصميم المعماري، وذلك من خلال الخوارزميات المتمثلة بالحوسبة الألية (Computerization) والمكننة (Mechanization) والرقمنة (Digitization) والتحويل (Conversion)، فهي تهتم باستكشاف العمليات الغامضة، وتهدف لمحاكاة العقل البشري من خلال المنطق والاستقراء والاستنباط والاستكشاف والتخمين وحل المشكلات والادراك والمحاكاة والذكاء (Terzidis 2006, xi).

4. الخصائص المستندة على النظريات الطوبولوجية

تعددت النظريات التي تناولت مفهوم الطوبولوجيا والتي تندرج تحت علم الرياضيات، حيث ألقت بظلالها على المعارف الاخرى ومنها العمارة. فيما يلي نناقش كلاً من نظرية التماثل والتطويع والعقدة الطوبولوجية، لنبين أهم الخصائص التي صاغت نتاجات معمارية معاصرة وأثرت في تشكيل بنيتها.

1.4 نظرية التماثل (Homotopy Theory)

تهتم نظرية التماثل بعدة مفاهيم مثل: التكافؤ والتعاقد والإزاحة والإنكماش والتمدد والتصاعد. (Arkowitz, 2011, 1) فالتماثل هو مقياس لطوبولوجية الدالة في عمليات التحول البارامترية، حيث يُقال إن دالتين رياضيتين متماثلتين إذا كان من الممكن تطويع إحداهما بشكل مرن مستمر إلى الأخرى. يمكن تقسيم العناصر الرياضية مثل السطوح إلى أنواع يشترك كل منها في معادلة، بحيث تتيح حساب وتصور النتاجات بين السطوح الطوبولوجية فيما يسمى بالتحولات الهجينة التي تجمع عدة أصناف مختلفة. (Beylkin, Valova, and Erdine 2018). يعرف الفيلسوف الفرنسي Foucault التماثل بأنه إعادة رسم معادلات الاستمرارية في طبقة التداخلات خلال البيئة الطبيعية والبشرية غير المتجانسة ظاهرياً، ويعبر عن الفضاء الناتج بأنه مشابه للفضاءات الأخرى ومتكامل معها ومرتبط بها ويمكن تحديد موضعه، وفيه تكون الفضاءات مندمجة هيكلياً وجوهرياً في شكل متدفق سائل. (Foucault, 1984) يطرح Foucault مصطلح "اليوتوبيا غير المتجانسة" ليعبر عن الرؤية ما بعد الحداثية للآخر، يعني بذلك تساكن عدد كبير من العوالم المتشظية الممكنة في فضاء افتراضي، أي تواجد فضاءات متجاورة ومفروض بعضها على الآخر (Harvey, 2005,p71). التجانس هو توسط لكل الخصائص التي تُحمل في النتاج المعماري، فهي تتوسط النتاج فيكون موحداً، وأن التجانس بين المكونات التي تتمتع بخصائص تميزها عن غيرها، يفضي التداخل بين أنطقتها الى إلغاء التمايز في خصائصها ليحدث تجانساً يوحدهما (Al Yousif, 2017, p96). تبحث نظرية التماثل عدة مفاهيم طوبولوجية مثل الاستمرارية المتصلة والمنفصلة التي ترتب الإتحاد بين الأجزاء وتنظم ارتباطها وإندماجها لتركز على اكبر عنصر في تشكيله الكلي، ومفهوم منحنى جوردن[1] الذي يبحث في تقسيم الفضاءات وتثبيت حدودها ودرجة إغلاقها وتواصلها، بالإضافة الى تقصيها تكاملية النتاج عبر نظائرها الرقمية لتقدم معالجات أولية في الطوبولوجيا الرقمية وتحقق دينامية هياكلها الرقمية (Lupton, Oprea, and Scoville 2021) . تهتم نظرية التماثل بإعادة تشكيل الفضاءات المعمارية من خلال إلغاء التمايز بما يؤدي الى حصول التجانس ، بما يؤشر لعدة خصائص ناتجة مثل الاستمرارية والسيولة والمرونة والتكاملية والإرتباطية والتهجين.

2.4 نظرية التطويع (Deformation Theory)

تبحث هذه النظرية في مشاكل التغير النسبي للهياكل عند تطبيق مجموعة مستمرة ورتيبة من الأحمال، بالإضافة الى إنضغاط الأوزان بشكل أساسي في الهياكل الفضائية مما يؤدي الى تولد الضغوط الحرارية، حيث تعمل على قراءة تلك التقديرات التقريبية الدقيقة لسلوك الهياكل. (Pflaum, 2004, 18) . تُستخدم نظرية التطويع لتحليل الألواح المركبة وما يرافقها من إنحناءات واهتزازات حرة ومجموع الإلتواءات، حيث يتم الحصول على حلول دقيقة، بالإضافة الى دراسة تأثير تشوه القص والاقتران بين الانحناء والتمديد، وتباين المواد على استجابة الألواح. يهدف التطويع معمارياً إلى تلدين بنية الشكل والتحكم بمرونتها وتحولها، مع الحفاظ على عدم قابليتها للتجزئة. تركز مقاييس التطويع على الشكل الذي يتم معالجته بشكل متكامل وتتضمن مقياسين؛ الأول يتمثل في تحويل الشكل الأولي مع الحفاظ على

[1] **مبرهنة منحنى جوردن (Jordan curve theorem)**: تنص أن كل حلقة لا تقطع نفسها في المستوي تقسمه إلى منطقتين "داخلية" و"خارجية"، وأي مسار يربط نقطة من أحد المنطقتين للأخرى يجب أن يقطع الحلقة في مكان ما.

الروابط بين أجزائه، والثاني في صنع النموذج من أجزائه؛ أي عن طريق اندماج مائع سائل يؤدي إلى توحيدها المتبادل. (Rubinowicz, 2015, 272). إن مسعى المعماريين المعاصرين الى زيادة تعقيد الأشكال و طمس الحدود بين المفاهيم المتعارضة مع بعضها، حيث برزت في منتصف التسعينات مع ظهور الطي في مواجهة التفكيكية، لتشمل مجموعة نتاجات معمارية ذات خصائص سائلة ومرنة عوضاً عن الخطوط المستقيمة، حيث يتم استخدام منحنيات مختلفة و سطوح معقدة. عملت أدوات النمذجة الحاسوبية الجديدة المتجذرة في الهندسة والطوبولوجيا الرياضية بإستخدام تقنيات البناء المعاصرة على تحفيز التطور المعماري في مجال التحسين الهيكلي، ومن الأمثلة الرائدة على استخدامها متحف غوغنهايم في بلباو من تصميم فرانك جيري، الناتج عن التطويع والتحول الطوبولوجي لثلاثة أشباه مكعبات، بالإضافة الى العمارة الإنتفاخية (Blobitecture) التي تتخذ فيها المباني أشكالاً عضوية أو أميبية نتيجة لتطويع وتشويه بنيتها الأساسية. دفع التطور النوعي في مستوى انتاج المواد الى دمج خصائصها مع الأنظمة الرقمية بإستخدام النهج التحليلي والدينامي بإعتماد التطويع كمبدأ اساس في التصميم، وذلك لإنتاج نماذج مرنة تتنبأ بسلوك المواد في مراحل الإنتاج وصولاً الى التنفيذ بإستخدام المحاكاة، بهدف تحسين الصلابة القصوى مع التحكم بدرجة الانحناء أو الالتواء للمواد، بما ينتج عنه أنظمة جديدة للتصميم الذاتي. (Mario, Carpo, 2013). تساهم نظرية التطويع في إعادة تلدين بنية الشكل وتحولها للوصول الى نتاجات معمارية تمتاز بخصائص السيولة والمرونة والبساطة وامكانية التنبؤ بقدراتها.

3.4 نظرية العقدة (Knot Theory)

نظرية العقدة مستوحاة من العقد التي تظهر في الحياة اليومية، مثل تلك الموجودة في الحبال والأربطة. تختلف العقدة الرياضية من حيث أن النهايات مرتبطة ببعضها البعض بحيث لا يمكن التراجع عنها، ويتمثل أبسطها في الحلقة. في اللغة الرياضية العقدة هي تضمين دائرة في الفضاء الإقليدي ثلاثي الأبعاد، أما العقدة عالية الأبعاد فعبارة عن كرات ذات أبعاد n في مساحة إقليدية ذات أبعاد م. (Manturov, 2018) إستخدم المعماريون العقدة كوسيلة فعالة للتعبير وإدراك الأشكال المنحنية الناتجة عن الخطوط المنحنية والمغلقة في الفضاء، حيث أصبحت واحدة من الاتجاهات الرائدة في مدرسة جديدة وسريعة النمو للفنون الرياضية المسماة (Math-Art). تشمل أحدث تطبيقات مبدأ العقدة في الفن والعمارة الهياكل الحركية المولدة للأشكال، حيث تُستخدم لبناء السطوح ذات الخصائص المرنة القابلة للطي. (Kozlov, 2018, 367) ومثاله طور المعمار الهولندي Lars Spuybroek رؤيته الإبداعية في التشكيل المعماري والتي أطلق عليها اسم البنائية الناعمة (Soft constructivism)، حيث تعتبر نوعاً من تكتونيات النسيج العقدية، يتم من خلالها تحويل المنسوجات إلى أساسات هيكلية للمباني، والتي تعتمد أشكالها على تقنيات تقليدية مثل التجميع والتشابك والتضفير والحياكة بالإضافة الى التسلسلات المعقدة لمطابقات الحجوم التي تنشأ، ويتم تنفيذها بواسطة النمذجة الرقمية والفيزيائية. (Spuybroek, 2004). من أهم الأمثلة على تطبيق العقدة في الممارسات المعمارية بناء متحف مرسيدس بنز في شتوتغارت، حيث تم تصميمه في الأصل كتكوين ثلاثي الأبعاد يهتم بحركة الزائرين في المستويات المختلفة من خلال ثمانية عقد، بدلاً من الإسقاطات المسطحة للمخططات والأقسام والمناسيب التقليدية في العمارة، حيث شكلت فكرة تصميمه إستمراراً لدراسات في مجال الطوبولوجيا التي بدأت في مكتب UNStudio عام 1996، عندما بدأ العمل على مشروع النقل المركزي في أرنهيم–ألمانيا ، والذي إعتمد مبدأ السطح ذي الحدود المشكلة عقدياً ، والمعروف في الرياضيات باسم Seifert surface. (Wallisser, 2009) . يشير عالما الرياضيات الصربيان Slavik Jablan وRadmila Sazdanovic الى أن العقدة والروابط تمثل منحنيات متشابهة ومنعكسة كالمرآة، وأن خصائص قابليتها للتناظر والتحليل التجميعي والتكرار هو تصنيف فني وعلمي على حد سواء بحيث يمثل التقاطع بين الرياضيات والفنون والذي يمكن اسناده من خلال التصميم الرقمي كأداة قابلة لتطوير التصميم الإبداعي. (Kozlov, 2018, 367–69). نخلص أن لمفهوم العقدة الطوبولوجية تأثيراً في تعزيز فهم المعماريين وإستخدامهم للخطوط والسطوح المنحنية كالهياكل الحركية والتكتونيات النسيجية لتجمعهم الخصائص مثل التعقيد والمرونة والتشابك.

تم التوصل الى مجموعة من المفردات التي استخلصت من النظريات الطوبولوجية وأهم الخصائص التي تم ذكرها فيما سبق. أنظر الجدول (1).

الجدول (1) خصائص الطوبولوجيا

النظرية	المفاهيم التي تناولتها النظرية	الخصائص التي تطرقت لها النظرية
نظرية التماثل	التكافؤ والتعاقد والإزاحة والإنكماش والتمدد والتصاعد ، تحول السطوح ، إشتراك الفضاءات ، التجانس والإندماج ، التحليل والمحاكاة ، إلغاء التمايز	الاستمرارية والسيولة والمرونة والتكاملية والإرتباطية والتهجين
نظرية التطويع	التغير النسبي للهياكل ، تحليل سلوك الهياكل عند تطبيق القوى المختلفة ، التحكم بمرونة البنى الشكلية ، تحفيز التطور الهيكلي المعماري	السيولة والمرونة وامكانية التنبؤ
نظرية العقدة	إدراك الأشكال المنحنية ، تطوير تكتونيات الأنسجة في الأغلفة الخارجية ، اعتمادها على النمذجة الرقمية	التعقيد والتشابك والمرونة

5. خصائص النتاج المعماري الطوبولوجي

يتناول هذا المحور ابرز الخصائص التي تناولتها النظريات والدراسات السابقة والمتمثلة في: المرونة والسيولة والتكاملية والتي سوف يتم التطرق لها بشيء من التفصيل فيما يأتي.

1.5 المرونة (Flexibility)

تعبر المرونة في اللغة عن سهولة التغيير في الشيء حتى يتناسب مع الظروف الجديدة، أما معمارياً فهي تهتم بإستمرارية عمل المبنى أو المنشأة رغم تغير الاشتراطات الوظيفية والاحتياجات والمتطلبات من وقت إلى آخر، وذلك من خلال إعادة التشكيل بشكل منظم للوصول للخيار الأفضل الذي يجد حلول مرنة وعصرية تلبي احتياجات المستخدمين المتجددة (Friedman, 1993, 179–88) يعرفها Prins على أنها قدرة المبنى على الاستجابة لأحداث وتاثيرات معينة من خلال تغييرات وظيفية أو فضائية أو مادية مع الأخذ بعين الإعتبار نواحيها الإقتصادية، بحيث تكون هذه الأحداث متوقعة الحدوث ولكن دون معرفة زمان حصولها. يشير Picon في دراسته الى ان الطوبولوجيا تدور حول إعادة صياغة ظواهر مثل المرونة من ثم نمذجتها بقوانين السلوك، حيث تبرز كإحدى الأمثلة لإحتفاظ المصممين بخيالهم المشكل للتفرد، وقدرتهم على التحكم والإختراع (Picon, 2011). فالمرونة التصميمية هي خاصية طوبولوجية تتيح إمكانية تعديل وتغيير النظام الوظيفي الفضائي للمبنى، بهدف الاستجابة والتلاؤم والتكيف مع متغيرات الزمان والمكان بما يلبي الاحتياجات والمتطلبات الوظيفية الجديدة للمستخدم أو المتوقعة خلال العمر الفيزيائي للمبنى، ويضمن استمرارية استخدام هذا المبنى بجودة عالية أطول مدة زمنية ممكنة (Tannous, 2013, p621). تقع المرونة ضمن ثنائية الثبات والتغير، فهي خاصية منظمة للفعل الإنساني يمكن إدراكها من خلال فيزيائية النتاج المعماري، وفي كونها فعلاً مستمراً ملازماً لتكون ونمو وإستمرار هذا النتاج (Al-Numan, Al-Tahlawy, 2009). تعتبر المرونة كإحدى الخصائص الطوبولوجية من أهم توصيات البيئة المستدامة التي تؤكد على ضرورة انشاء مباني ذات صفة البقاء والاداء معاً للحد من إهدار المعطيات البيئية، كما تعد المرونة أحد أهم خصائص التفكير الإبداعي التي تؤدي للحصول على أفضل إستخدام ممكن مهما تغيرت الفضاءات و بشكل جديد مبتكر. (Hamed, 2019, 27). المرونة كخاصية طوبولوجية تهدف الى تحقيق الإستمرارية والإستجابة والملائمة في المنشأة بتغير المتطلبات الوظيفية والفضائية والمادية بمرور الزمن كأحد توصيات البيئة المستدامة المعاصرة.

2.5 السيولة (Fluidity)

كلمة سائل تعني المادة غير المتبلورة اي التي لها القدرة على التدفق، ذلك ما يميزها عن المادة الصلبة التي لا تتدفق بسبب قوى التجاذب بين الجزيئات بالتالي تحافظ على شكلها (Suwaidan, 2018, p2). إن المبدأ الأساسي لخاصية السيولة والانسيابية في الطوبولوجيا هو الحركة، فهي تمتلك القدرة على التعبير عن المفاهيم التي تنشأ من القوة والفضاء المتغير في تشكيل معماري جديد يتصف بالحرية، حيث سهولة التنقل من التركيب الساكن إلى النزوح والحركة فالنمط الناتج يعكس تشكيلات غير خطية معقدة بما يؤدي لظهور بنى وفضاءات وأساليب جديدة. إن السيولة كخاصية طوبولوجية ترفض كلاً من الإنتاج المتكرر أو الاتجاه نحو النهايات المحددة مسبقاً، فهي تقدم نماذج للتشكيل المستمر نتيجةً للعلاقات ما بين الأشكال المكانية والاجتماعية والمادية والتشغيلية، فتنظم كيفية إرتباط المواد والفضاءات والوظائف والسلوكيات بسلاسة. تشترك السيولة الطوبولوجية في العمارة بنوع من عدم وضوح الحدود المكانية أو البرامجية، فهي تلغي تكون نفس العلاقات بين الجزيئات والعناصر في التشكيلات التصميمية.(Last, 2010, 36–40). تشير دراسة Bninski بأن السيولة الناتجة في العمارة الرقمية تعبر عن استراتيجية تصميم تنحرف عن الهندسة الإقليدية وتستخدم هندسة طوبولوجية، ويقدم العديد من

المنظرين والفنانين السيولة كرد فعل على الطبيعة المعقدة للتطورات ، حيث تم إستخدامها كبديل للقيود التي تسببها إستراتيجية إنشاء البيئة التصميمية المعمارية التي تستند الى عدم التجانس والصراعات الشكلية الصعبة أو إعادة البناء القائمة على تكرار اللغة المعمارية التي يتم الحصول عليها من خلال التحليلات التاريخية أو التصرف في نوع من الإقليمية عبر إتباع التقاليد والأنماط المتشابهة، حيث قدم التحول المستمر للخصائص والتغيرات والتطورات الشكلية مفهوم التدفق والسيولة في العمارة (Greg Lynn 1993). العمارة السائلة هي شكل من أشكال التحولات المستمرة وبالتالي فإن الوقت هو أحد العناصر الرئيسية المؤثرة فيها، حيث أن تدفق الوقت يساهم في تحول الأشكال. يتم تفسير التحولات على أنها التغيرات المصاحبة لجانب واحد من الكيان المعماري وله دلالة على الجوانب الأخرى، بشكل مستمر أو غير مستمر. يصبح الفضاء موسيقى قابلة للتوجيه وبالتالي فإن العمارة السائلة هي بنية تمتلك الموسيقى وهي منفتحة على التفكير الشعري، وتستخدم الأدوات الشعرية لتتطور بسلاسة وإيقاع في المكان والزمان. فالعمارة الطوبولوجية السائلة لها هوية، هوية غير ثابتة في الوقت المناسب ولكن يمكن تشخيصها من خلال دراسة متأنية لمدى الحياة. (Novak 1991). تعبر السيولة الطوبولوجية عن الحركة الناشئة في الفضاء المتغير كتشكيلات غير خطية معقدة تعكس الحرية والقدرة على التحكم بالعلاقات الناتجة سواءً المكانية أو الاجتماعية أو المادية أو التشغيلية ، وتتأثر بعامل الوقت.

3.5 التكاملية (Integrity)

يعرف التكامل بأنه تحقيق الكمال والكلية والإكمال والوحدة، وهو الانضمام إلى شيء آخر لتشكيل وحدة أو كلٍّ شامل لإظهار مزيج من الخصائص (Al-Nujihi, 1992)، ويعرف التكامل من خلال قاموس المورد بأنه الاتحاد أو التوحد بين أفراد المجتمع أو منظمة معينة بمجاميع مختلفة، ويعني التشكيل الكلي المتوحد مع شيء آخر للوصول إلى الكل (Baalbaki, 2018)، ان المبنى يتشكل من عدة منظومات بنائية تحقق بترابطها هيئة المبنى وشكله الفيزيائي، وإن علاقات الارتباط بين هذه المنظومات تحدد نجاح أي نتاج للوصول به إلى التكامل (Ghabsha, Al-Obaidi, 2019, p18). يشير Kirkegaard في دراسته الى أن التكامل الطوبولوجي في المنشأ يتحقق بتلاشي الإختلافات و نجاح التواصل بين التوجهين المتمثل في التصميم المعماري و التصميم الإنشائي في وقت مبكر من عملية التصميم. إرتبطت الخاصية التكاملية الطوبولوجية بمستويين في الحركات المعمارية: مستوى داخلي يتمثل في حقول التنمية والعلم والاتصالات التي تتحقق نتيجةً لسيطرة التقنية في حقل العلوم والاقتصاد في حقل التنمية والشبكات في حقل الاتصالات كما شهدنا في الحركات المعمارية التي تكاملت فيها العوامل الاقتصادية والاجتماعية والفكرية . ومستوى أطوار الحركة التي تشكل سلسلة من الحلقات الزمنية المتصلة. (Kadhim, 2017, 22–23)، ويمكن إعتبار التكاملية في العمارة صفة أدائية نابعة من المتطلبات الانسانية في إشارة الى تكامل الانظمة التصميمية والوظيفة البنائية في كلاً من الحاجات السيكولوجية والفسيولوجية والاجتماعية والاقتصادية. (Kadhim, 2017). تشير الخاصية التكاملية في الطوبولوجيا الى فاعلية الترابط الناتج بين العوامل الاقتصادية والاجتماعية والفكرية ضمن حلقات زمنية تعكس المتطلبات الإنسانية في نتاجات معمارية تتكامل فيها الأنظمة التصميمية والوظيفة البنائية.

تم إستخلاص مجموعة من المفردات و القيم التي توضح دور الخصائص الطوبولوجية في خلق النتاجات المعمارية المعاصرة. أنظر الجدول (2).

الجدول (2) أهم المفردات والقيم التي تناولتها الخصائص الطوبولوجية

المفردات الرئيسية	المفردات الثانوية	أبرز القيم والمفردات	الترميز
خاصية المرونة	التكيف	تغيير النظام الوظيفي للفضاء	X1 – 1
		نمذجة إعتماداً على قوانين السلوك الإنساني	X1 – 2
		الاستمرارية رغم تغير الإحتياجات	X1 – 3
		الوقوع ضمن ثنائية الثبات والتغير	X1 – 4
	التفاعل	اعادة تشكيل وصياغة منظم	X2 – 1
		الإبتكار في التصميم	X2 – 2
		التفرد والتفكير الإبداعي	X2 – 3
		الإختراع ومجاراة البيئة	X2 – 4
		التحكم بالمعطيات	X2 – 5

	الإستجابة	تعديل الصفات الوظيفية والفضائية ضمن الحدود	X3 – 1
		البقاء لفترات زمنية محددة	X3 – 2
		أدائية المبنى	X3 – 3
		تلبية حاجات المستخدمية	X3 – 4
خاصية السيولة	الانسيابية	تشكيل وتحول مستمر	Y1 – 1
		بنى متقاربة بما يتيح امكانية التحكم بها	Y1 – 2
		تدفق واستمرار	Y1 – 3
		تطور بإيقاع وسلاسة ضمن المكان والزمان	Y1 – 4
	التعقيد	تنظم الإرتباط بين الفضاءات	Y2 – 1
		هوية غير ثابتة	Y2 – 2
		تشكيلات غير خطية	Y2 – 3
		عدم وضوح الحدود المكانية	Y2 – 4
	الحركية	تنقل من التركيب الساكن الى النزوح	Y3 – 1
		حركة خطية تجريدية	Y3 – 2
		تعبير عن المفاهيم التي تنشأ من القوة والفضاء المتغير	Y3 – 3
الخاصية التكاملية	الكلية	التشكيل الكلي	Z1 – 1
		عدة منظومات بنائية متحدة	Z1 – 2
		التواصل بين التوجه المعماري والإنشائي	Z1 – 3
	الوحدة	ارتباط الأنظمة التصميمية والبنائية	Z2 – 1
		تشكل سلسلة من الحلقات الزمنية	Z2 – 2
		تلاشي الإختلافات	Z2 – 3
	الترابط	فعالية الترابط	Z3 – 1
		الإنضمام الى شيء آخر	Z3 – 2

6. التطبيق العملي

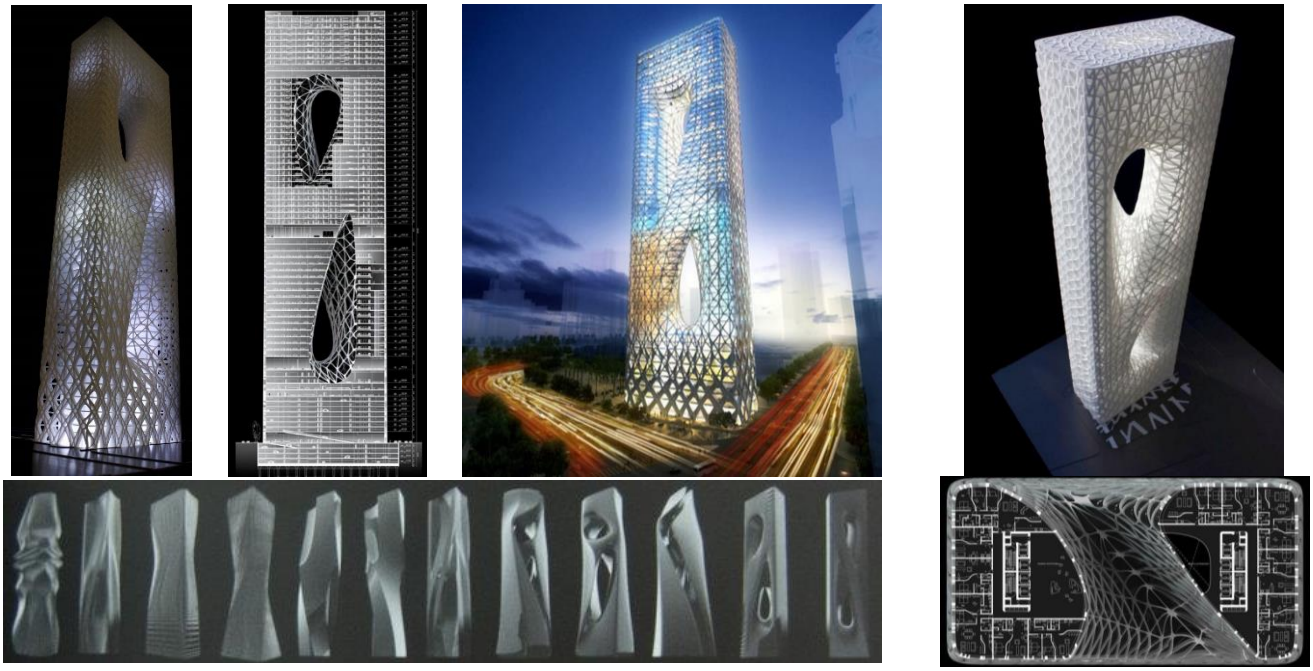
بناءاً على ما تم استخلاصه من الفقرات السابقة من مفردات رئيسية وثانوية وقيم ممكنة، سوف يتم تطبيقها على عينات منتخبة من النتاجات المعمارية ذات معايير محددة مثل المعاصرة والنمط الوظيفي والسياق المكاني، وهي تعود لمعماريين بانتماءات فكرية مختلفة، تتنوع انماطها الوظيفية وسياقاتها المكانية وذلك بهدف وصفها وتحليلها وقياس نسبة تحقق هذه المفردات فيها. وهي كالتالي:

- **العينة الأولى:** مشروع Sunrise Tower – كوالالمبور – ماليزيا – 2009. أنظر الجدول (3).
- **العينة الثانية:** البنك المركزي العراقي – بغداد – العراق – 2011. أنظر الجدول (5) في الملحق.
- **العينة الثالثة:** المكتبة الوطنية – أستانا – كازاخستان – 2009. أنظر الجدول (6) في الملحق.
- **العينة الرابعة:** معرض Winton – لندن – المملكة المتحدة – 2016. أنظر الجدول (7) في الملحق.

الجدول (3) إستمارة جمع وتحليل المعلومات للعينة الأولى (A)

المشروع	Sunrise Tower		**رمز العينة**	
المصمم	Zaha Hadid Architects	**السنة**	2009	
الموقع	كوالالمبور – ماليزيا	**المساحة**	150000 م^2	**A**
وصف المشروع				
تم إختيار مشروع Sunrise Tower في ماليزيا – كوالالمبور من تصميم مكتب زها حديد وذلك لمعاصرته وإستخدامه للتقنيات الرقمية الحديثة في التصميم وتبنيه لمعطيات مقاربة من موضوع البحث. يضم البرج خمسة عناصر وظيفية وهي: سكني وفندقي ومكتبي وتجاري ومواقف للسيارات. تبلغ المساحة الكلية للمشروع 15000 متر مربع توزع في برج بإرتفاع 280 متر تقع في 66 طابق، بالإضافة الى الحدائق والمساحات الخضراء المجاورة. تم تصميمه بإلغاء الحدود وطمسها بين البيئة المبنية والطبيعية واستمرار تدفق الفضاءات بين الداخل والخارج وتم استخدام مبدأ العقد والشبكات البارامترية بشكل مرن يتيح تبدل الوظيفة استجابة للمطالب المتغيرة المفروضة عبر الزمن، مع الحفاظ على ثباته في النسيج العمراني للمدينة. تم دمج جميع العناصر الوظيفية بصيغة تكاملية في وحدة تخزين واحدة				

تمثل محور استراتيجي للمناظر الطبيعية التفصيلية التي ترتبط بين البرج والأرض، وتدمج وتربط طرق المشاة ونظام الطرق الداخلية في نسيج المبنى ذاته مع السماح بالإنتقالات السلسة بين البيئات المتعددة. تم تطوير هيكل البرج من خلال غلاف خارجي متكامل يدمج المتطلبات البرمجية والهيكلية ومتطلبات غلاف المبنى في تصميم طوبولوجي متباين المكونات من خلال شبكة أرضية بإيقاع يتم تحديده بواسطة الهيكل والتوجيه والبرنامج الوظيفي والأحمال المطبقة، مما يؤدي إلى إنشاء تدرج يتحول من أقطار قوية في القاعدة إلى خطوط رأسية في الأعلى. أنظر الشكل(1) (Singhal, 2012)



الشكل (1) مناظر خارجية وداخلية ومساقط افقية تبين سيولة السطوح وديناميةالفضاءات وتكاملية البنية الشكلية

مصدر الصور :/www10.aeccafe.com/blogs/arch-showcase/2012/06/08/ /

وللإطلاع على بقية العينات المنتخبة يرجى مراجعة الملحق في نهاية البحث.

الجدول (4) نسبة تحقق متغيرات المفردات في العينة المنتخبة

الترميز		X1 – 1	X1 – 2	X1 – 3	X1 – 4	X2 – 1	X2 – 2	X2 – 3	X2 – 4	X2 – 5	X3 – 1	X3 – 2	X3 – 3	X3 – 4	Y1 – 1	Y1 – 2	Y1 – 3	Y1 – 4
التحقق	A	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
	B	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
	C	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
	D	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
نسبة تحقق المفردة الثانوية		62 %				75 %					68 %				93 %			
نسبة تحقق المفردة الرئيسية		**68 %**																

الترميز		Y2 – 1	Y2 – 2	Y2 – 3	Y2 – 4	Y3 – 1	Y3 – 2	Y3 – 3	Z1 – 1	Z1 – 2	Z1 – 3	Z2 – 1	Z2 – 2	Z2 – 3	Z3 – 1	Z3 – 2
التحقق	A	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	B	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
	C	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	D	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
نسبة تحقق المفردة الثانوية		75 %			75 %			75 %			83 %		91 %			75 %
نسبة تحقق المفردة الرئيسية		**81 %**							**83 %**							
النسبة الكلية للتحقق		**77 %**														

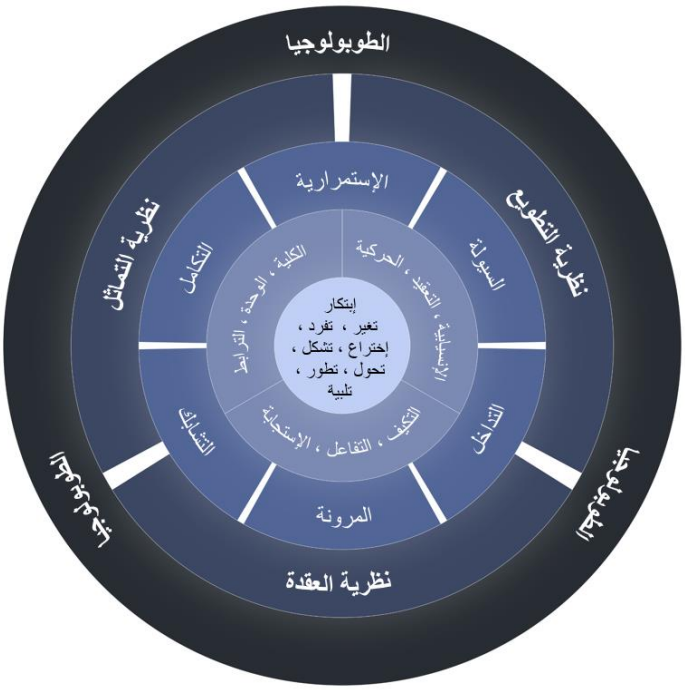
7. مناقشة النتائج

- أظهرت نتائج التطبيق للمفردة الرئيسية الأولى (خاصية المرونة) المرمزة بـ X ان نسبة تحققها في العينة المنتخبة قد بلغت 68% توزعت بنسب متقاربة تمثلت أعلاها في مفردة التفاعل بقيمة 75% في حين ان كلاً من مفردة التكيف والإستجابة حصلت على قيمة 62% و68% على التوالي. في حين أن المفردة الرئيسية الثانية (خاصية السيولة) المرمزة بـ Y قد حضيت بنسبة أعلى بلغت 81% تقسمت على مفردة الإنسيابية بنسبة 93% كأعلى قيمة، وتساوت مفردتي التعقيد والحركية بنسبة 75%. حققت المفردة الرئيسية الثالثة (الخاصية التكاملية) أعلى نسبة والتي بلغت 83% توزعت بنسبة 83% بمفردة الكلية ونسبة أعلى قدرت بـ 91% في مفردة الوحدة وبنسبة 75% في مفردة الترابط. أنظر الجدول (4).

8. استنتاجات البحث

تم التوصل الى مجموعة من الإستنتاجات وهي كما يأتي:

- اعتمادية علم الطوبولوجيا المشتق من الرياضيات الحديثة بدراسة بنية المكان، فتشير دلالات مفهومه الى علم التحولات المستمرة من ترتيب وإرتباط وإتصال لعناصر التشكيل في خطوط منحنية مستمرة تعطي التصور المكاني لأحاسيسنا بعدة مستويات، فتنظم حياتنا وتخطط أنشطتنا بعلاقات مكانية متشابكة.
- نشوء الثورة الرقمية وانتشارها في نتاجات العمارة المعاصرة لديناميتها وسهولة التحكم بها، حيث أفرزت أنظمة متحركة منها الطوبولوجيا الجبرية الرقمية التي بحثت في مفهوم الإتصال وإهتمت بإستكشاف العمليات التصميمية الغامضة وهدفت الى محاكاة العقل البشري.
- إعتمادية الخصائص الطوبولوجية على تحسين النتاج المعماري وذلك على مختلف الأصعدة؛ سواءً الوظيفية أوالفضائية أوالمادية أو المكانية أوالاجتماعية أوالتشغيلية، حيث تطبق إعتماداً على المرونة والسيولة والتكاملية وبتأثير من عامل الزمن.
- تبنت خاصية المرونة الطوبولوجية تحقيق الإستمرارية والملائمة للمتطلبات المختلفة للنتاج المعماري وتكيفه مع مرور الزمن، في حين أن خاصية السيولة عبرت عن التشكيلات غير الخطية المنحنية التي تعكس حرية العلاقات الناتجة بين الفضاءات، ولخصت الخاصية التكاملية فاعلية الترابط بين الأنظمة التصميمية والبنائية.
- إرتباطية النظريات الطوبولوجية مثل نظرية التماثل بإعادة تشكيل الفضاء من خلال تشاركه وتجانسه وإلغاء تمايزه بتحول سطوحه لتنتج مجموع خصائص مثل الإستمرارية والإرتباطية والتهجين، في حين أن نظرية التطويع إهتمت بإعادة تلدين بنية الشكل والتغير النسبي للهيكل والتحكم بسلوكه والتحفيز على تطوره في سيولة ومرونة عالية، اما نظرية العقدة فعززت إستخدام الخطوط والسطوح المنحنية المتشابكة والتكتونيات النسيجية بصيغة معقدة تعتمد النمذجة الرقمية. أنظر المخطط (1)



المخطط (1) النظريات الطوبولوجية المتضمنة لخصائص النتاجات المعمارية . المصدر: الباحث

References

Al Yousif, Ibrahim Jawad Kadhim. 2017. **So I /Read Architecture the Message of Architecture in the Product of Architecture**. [Arabic]. Baghdad: Dar Al-Walaa for printing and publishing.

Baalbaki, Mounir. 2018. [Arabic]. Resource Dictionary.

Al-Khafaji, Haider Adnan. 2015. "**The Impact of Digital Fabrication in The Contemporary Architecture**". [Arabic]. Technology University.

Ghabsha, Al-Obaidi, sheep. 2019. "**Integraty of Structure with Building Systems as a Means to Sustainability: Analytical Study of Mosques in Past and Present**" [Arabic]. Umm Al-Qura University Journal of Engineering and Architecture.

Al-Nujihi, Muhammad Labib. 1992. **Introduction to Philosophy of Education**. [Arabic]. Cairo: Dar Al-Nahda Al-Arabiya for printing, publishing and distribution.

Al-Numan, Al-Tahlawy. 2009. "**Public and Private Resilience in Architectural Space Structure**." [Arabic]. Damascus University Journal of Engineering Sciences I.

Baha, Reham Mohamed. 2015. "**The Concept of Alienation in Digital Architecture Design**." [Arabic]. Journal of Applied Arts and Sciences 2, pp. 78 - 363

Khalaf, Nameer Qassem. 2016. "**Contemporary Art and Digital Technologies**." [Arabic]. College of Fine Arts, Diyala University.

Rashid, Ahmed Maher. 2021. "**Topology in the formation of the contemporary architectural product**." [Arabic]. University of Technology, p. 198.

Suwaidan, Ahmed. 2018. "**The concept of fluid architecture and its impact on interior design and furniture**." [Arabic]. Delta University for Science and Technology.

Tannous, promise. 2013 "**Design flexibility as one of the most important criteria for economic housing**" [Arabic]. Damascus University Journal of Engineering Sciences p.29

Harvey, David. 2005. The State of Postmodernism. Arab Organization for Translation.Arkowitz, Martin. 2011. **Introduction to Homotopy Theory**. London: Springer Science Media.

Beylkin, Yevgeniy, Margarita Valova, and Elif Erdine. 2018. "**A Research into Architectural Space Through Homotopic Functions**." Architectural Association, Design Research Lab.: p 11.

Davis, Larry s. 2001. **Foundations of Image Understanding**. New York: Kluwer Publishers.

Emmer, M. 2012. **Springer-Verlag Imagine Math - Between Culture and Mathematics,** Third edition, Rome – Italy.

Foucault, Michel. 1984. "**Architecture Mouvement Continuité**".

Friedman, A. 1993. "**A Decision-Making Process for Choice of a Flexible Internal Partition Option in Multi-Unit Housing Using Decision Theory Techniques**." Kluwer Publishers.

Hamed, Hala Salah. 2019. "**The Impact of the Philosophy and Ideology of Contemporary Interior Design Flexibility**." Architecture and Arts Magazine (15): p 27–40.

Kadhim, Ibrahim Jawad. 2017. "**The Integrity in the Product and Movement of Architecture**." The Iraqi Journal of Architecture 2: p 20–32.

Kozlov, Dmitri. 2018. "**Knots as a Principle of Form in Modern Art and Architecture**." 2nd International Conference on Art Studies 284 (Icassee 2018): p 367–72.

Last, Nana. 2010. "**Architecture and the Image of Fluidity**." The Independent: p 35–41.

Leontis, Artemis. 1995. **TOPOGRAPHIES OF Hellenism**. Cornell: Cornell University Press.

Lupton, Gregory, John Oprea, and Nicholas A Scoville. 2021. "**Homotopy Theory in Digital Topology**." Discrete & Computational Geometry: p 1–54.

Carpo, Mario, 2013, **"The Digital Turn in Architecture 1992-2012"**, Jhon Wily & Sons Ltd, New Jersey – USA.

Lynn,G. 1993. "**Architectural Curvilinearity, the Folded, the Pliant and the Supple**." Architectural Design: p 8–15.

Manturov, Vassily. 2018. **Knot Theory**. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis Group.

Nourian, Pirouz, 2020, "**Rudiments of Geometry and Topology for Computational Design**", Fundamentals of Spatial Computing & Generative, Technische Universiteit Delft, Nederland

Novak, Marcos. 1991. "**Liquid Architectures**." In Cyberspace: First Steps, p 225–54.

Pflaum, M. J. 2004. **Encyclopedia of Mathematical: Five-Volume Set Deformation Theory.**
Picon,A. 2011. "**Architecture and Mathematics: Between Hubris and Restraint**." Architectural Design 81(4): p 28–35.
Rubinowicz, Paweł. 2015. "**Decomposition, Deformation, Dispersion and New Complexity in Architecture and Urban Planning**." Journal for Geometry and Graphics 19(2): p 269–82.
Singhal, Sumit. 2012. "**Sunrise Tower in Kuala Lumpur, Malaysia.**" Zaha Hadid Architects.
Spuybroek, Lars. 2004, "**NOX: Machining Architecture**, Thames & Hudson, London.
Terzidis, Kostas. 2006. **Algorithmic Architecture,** 1st Edition, Routledge, London.
Wallisser, Tobias. 2009. "**Other Geometries in Architecture**" In Mathknow, Springer, p 91–111.
www10.aeccafe.com/blogs/arch-showcase/2012/06/08**.** Accessed in 20/11/2021 at 6:30 pm.
www.archdaily.com/75418/central-bank-zaha-hadid**.** Accessed in 18/11/2021 at 2:00 pm.
www.daaxconstruction.com/projects/central-bank-of-iraq**.** Accessed in 18/11/2021 at 5:00 pm.
https://www.akt-uk.com/projects/central-bank-of-iraq**.** Accessed in 19/11/2021 at 7:20 pm.
www.zaha-hadid.com/architecture/central-bank-of-iraq**.** Accessed in 24/11/2021 at 5:30 pm.
www.archdaily.com/33238/national-library-in-astana-kazakhstan-big?ad_medium=gallery**.** Accessed in 24/11/2021 at 4:30 pm.
www.designboom.com/architecture/big-new-national-library-in-astana-kazakhstan**.** Accessed in 25/11/2021 at 4:20 pm./
www.architecture.com/awards-and-competitions-landing-page/awards/riba-regional-awards/riba-london-award-winners/2017/mathematics-the-winton-gallery**.** Accessed in 22/11/2021 at 3:30 pm.
www.archdaily.com/801015/inside-zaha-hadid-architects-new-mathematics-gallery-for-the-london science-museum?ad_source=search&ad_medium=search_result_all**.** Accessed in 20/11/2021 at -7:30 pm.
www.arup.com/projects/mathematics-the-winton-gallery**.** Accessed in 20/11/2021 at 8:30 pm.

الملحق

الجدول (5) إستمارة جمع وتحليل المعلومات للعينة الأولى (B)

المشروع	**البنك المركزي العراقي**			**رمز العينة**
المصمم	Zaha Hadid Architects	**السنة**	2011	
الموقع	بغداد – العراق	**المساحة**	90000 م^2	**B**

وصف المشروع

تركز زها حديد على إنشاء هيكل يتحدث عن الروح الجديدة للبلاد، فتذكر إن التصميم سيكون بمثابة رمز للعراق الجديد، وأن هذا المقر الجديد سيمكن السلطة النقدية للبنك المركزي العراقي من أداء دورها المستمر في خدمة الاستقرار والتنمية والنمو الاقتصادي في العراق. (www.archdaily.com/75418/central-bank-zaha-hadid) هو نصب معماري خلف برج بابل بارتفاع 162.52 متر على مساحة بناء 93.552 متر مربع. صمم بهيكل محسن يحقق الاحتياجات المطلوبة، مثل مدخل كبار الشخصيات ومدخل الزائرين والردهة الرئيسية والمتاحف ومدخل الموظفين ومركز الطاقة والمنطقة العامة ومرفق الموظفين ومنطقة إدارة النقد ومركز البيانات ومركز الأمن ومناطق المناظر الطبيعية. (www.daaxconstruction.com/projects/central-bank-of-iraq). أثرت عدة عوامل على التصميم النهائي للبنك المركزي العراقي، فهو يتألف من شكل ضيق يصل إلى الطابق السابع ومن بعدها ينفتح لتوفير أرضيات أوسع في الطوابق العليا. تم أخذ أحمال الرياح في الاعتبار بالإضافة الى الأحمال الزلزالية، مع النظر الى العوامل السياسية والاجتماعية المحلية. مقاومة انفجار القنابل عامل إضافي مهم إنعكس على تصميم الهيكل وتحسنه لضمان تحمل مستويات عالية من التأثير. أما العامل الأخير فهو القرب من النهر والتأكيد على أنظمة مقاومة المياه بشكل كفوء. (https://www.akt-uk.com/projects/central-bank-of-iraq) بعد النظر في استخدام الصلب والخرسانة كمواد اساسية، بالإضافة إلى المكونات التصميمية الهجينة المختلفة لنظام ثبات المبنى، تم إختيار الخرسانة المسلحة لجميع عناصر الهيكل بعد فترة من التحليل المعمق للعناصر المشكلة للكتلة البنائية وفهم العوامل المحلية. إن النواة العمودية والأعمدة المحيطية (أو الزعانف) أضافت الاستقرار و التظليل، حيث تلتف هذه الزعانف الهيكلية الخارجية عمودياً أثناء صعودها، وتشكل جزءاً من نظام الإكساء المتكامل بأشكال هندسية مميزة تحدد الفضاء الداخلي. تم إنشاء نموذج كامل ثلاثي الأبعاد للهيكل بقيادة فريق متخصص من مهندسي التحليل المعياري الداخلي وذلك لتبادل البيانات بين التخصصات لإدارة تدفق التصميم بشكل أكثر فعالية والمساعدة في تحقيق الكفاءة العملية. (Ibid) تم إعتماد آلية التحسين الهيكلي الطوبولوجي في تصميم البنية الإنشائية للبنك المركزي العراقي من أجل تحقيق منهجية متقدمة تخدم الجانب الجمالي بالإضافة للإنشائي مع مقاومة العوامل الجانبية ، وبما يحقق خاصية التكاملية وسمة الإحتواء بالتحكم في الفجوات الخارجية. أنظر الشكل (2) .

الشكل (2) مناظر متنوعة للمشروع توضح التشكيل وإنسيابية الخطوط والتحسين الطوبولوجي للهيكل

مصدر الصور: www.zaha-hadid.com/architecture/central-bank-of-iraq/

الجدول (6) إستمارة جمع وتحليل المعلومات للعينة الأولى (C)

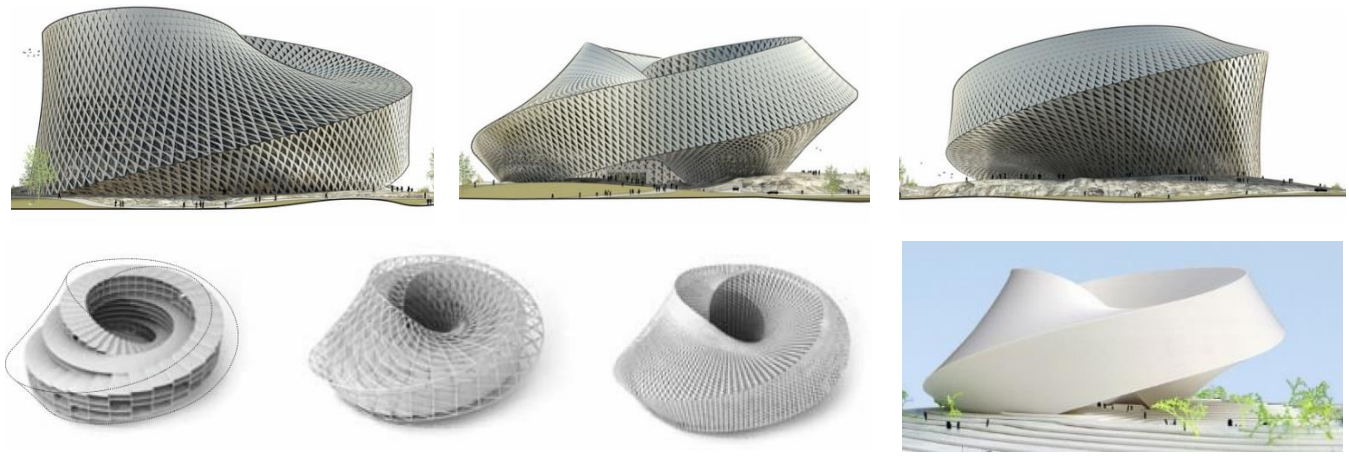
المشروع	**المكتبة الوطنية في كازاخستان**		**رمز العينة**	
المصمم	Bjarke Ingels Group (BIG)	**السنة**	2009	
الموقع	أستانا – كازاخستان	**المساحة**	33000 م^2	**C**

وصف المشروع

حصل مكتب BIG على الجائزة الأولى في مسابقة تصميم دولية مفتوحة لمكتبة كازاخستان الوطنية الجديدة في أستانا. تبلغ مساحة المبنى 33.000 متر مربع، مرتبة بشكل دائري مستمر على شكل شريط موبيوس، كنتيجة لهيكلين متشابكين: الدائرة المثالية والدوامة العامة. توضح الأقسام بوضوح كيف ينتقل البرنامج الأفقي إلى التكوين الرأسي، ويجمع بين التسلسل الهرمي الرأسي والاتصال الأفقي وخطوط العرض القطرية. الغلاف الخارجي يتغير من جدار إلى سقف مع تطور الشريط. يتميز التشكيل بالتعقيد وإستمرارية السطوح، ويمكن الحصول على فكرة حول كيفية ارتباط الفضاءات والمناظر المائلة من خلال الصور التوضيحية. باختصار، يتم خلط التنظيم الخطي الواضح (مثالي للأرشيف والمكتبة) بحلقة مستمرة لا نهائية. يقول Bjarke Ingels مدير المشروع " أن هذا النتاج يتطلع إلى أن يصبح رمزاً وطنيا: حيث يتم دمج الدائرة والقوس المستدير في شكل شريط موبيوس. يتم الجمع بين وضوح الدائرة وفناء القاعة المستديرة وبوابة القوس والصورة الظلية الناعمة لإنشاء نصب تذكاري وطني جديد يظهر محلياً وعالمياً ومعاصراً وخالداً ونموذجاً أصلياً في نفس الوقت " (www.archdaily.com/33238/national-library-in-astana-kazakhstan-big?ad_medium=gallery). انظر الشكل (3).

يجمع التنظيم الدائري للأرشيف في المركز الداخلي للمكتبة بين وضوح الترتيب الخطي من خلال حلقة ملتوية لا نهائية. يتم تصور المكتبة على أنها تكافل بين الحضارة والطبيعة. مثل أستانا، التي تقع في قلب البر الرئيسي لكازاخ، حيث من المؤمل دمجها في قلب المناظر الطبيعية الكازاخية المعاد إنشاؤها. تم تصميم الحديقة المحيطة بالمبنى كمساحة خضراء حية، مزروعة بالأشجار والنباتات والمعادن والصخور، مما يسمح للزوار بتجربة جزء صغير من المناظر الطبيعية للبلاد. (www.designboom.com/architecture/big-new-national-library-in-astana-kazakhstan).

إن الإضافة المثالية للدائرة في التصميم عبارة عن سلسلة من البرامج العامة التي تغلف المكتبة من الخارج والداخل في نفس الوقت. إن تطويع البرنامج العام إلى مسار متصاعد مستمر يتبع المكتبة من جميع الجوانب، يخلق تنظيماً معمارياً يجمع فضائل جميع النماذج التكميلية الأربع. مثل شريط Möbius، تنتقل البرامج العامة بسلاسة من الداخل إلى الخارج ومن الأرض إلى السماء مما يوفر مناظر خلابة للطبيعة المحيطة وأفق المدينة المتنامي. الهيكلان المتشابكان: الدائرة المثالية والدوامة العامة، ينشئان مبنى يتحول من تنظيم أفقي حيث يتم وضع متحف المكتبة ووالوظائف الخدمية الساندة بجوار بعضها البعض، إلى منظمة رأسية حيث يتم تكديسها فوق بعضها من خلال تنظيم قطري يجمع بين التسلسل الهرمي العمودي والاتصال الأفقي وخطوط العرض القطرية. من خلال تغليف التشكيل المتغير للفضاءات بغلاف مستمر يتم إنشاء كتلة لشريط Möbius حيث تتحرك الواجهات من الداخل إلى الخارج والعودة مرة أخرى. يتخطى غلاف المكتبة الوطنية الطابع المعماري التقليدي لفئات مثل الجدار والسقف يشبه Thomas Christoffersen رئيس المشروع المكتبة بالخيمة فيقول " إن الجدار هو السقف الذي يتحول إلى أرضية من ثم يعود ليصبح جداراً مرة أخرى". (Emmer, 2010, p. 339).



الشكل (3) مناظر متنوعة للمشروع توضح إستمرارية السطوح في تشكيل الكتلة

مصدر الصور : www.designboom.com/architecture/big-new-national-library-in-astana-kazakhstan/

الجدول (7) إستمارة جمع وتحليل المعلومات للعينة الأولى (D)

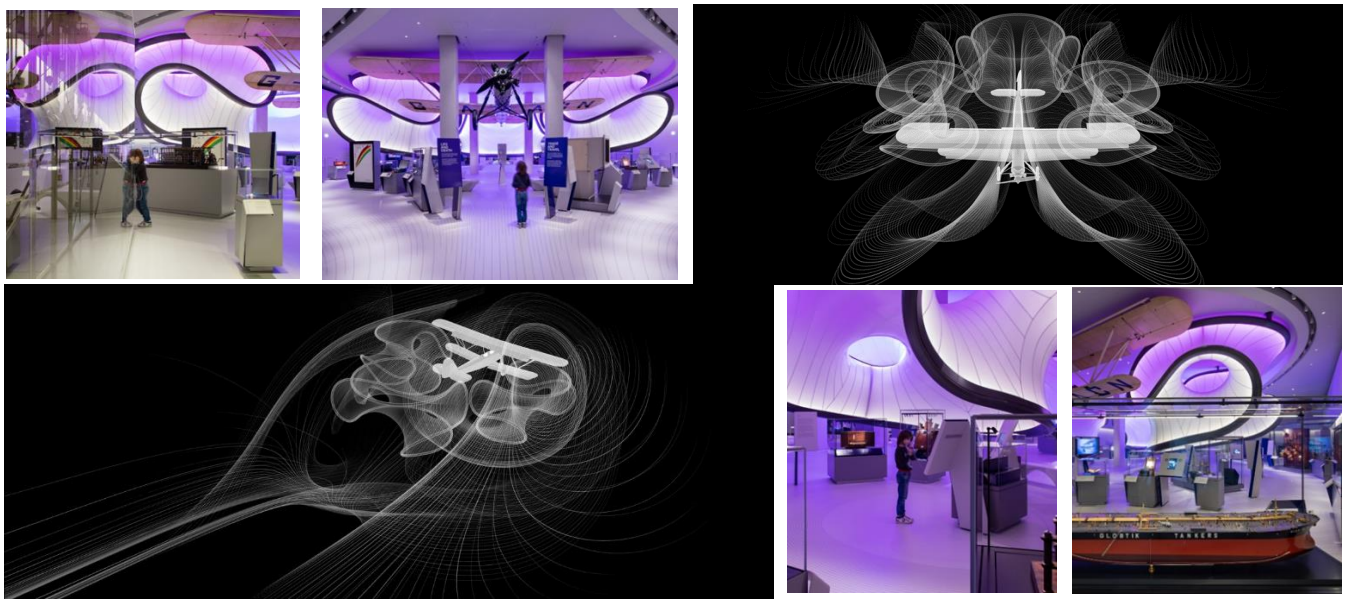
المشروع	معرض Winton			رمز العينة
المصمم	Zaha Hadid Architects	السنة	2016	
الموقع	United Kingdom – London	المساحة	900 م^2	D

وصف المشروع

يستجيب معرض Winton بنجاح لطموح منظمي المعارض لتقديم الرياضيات ليس كمفهوم أكاديمي، ولكن كممارسة تؤثر على التكنولوجيا وتمكن البيئة من حولنا من التحول. التصميم مستلهم من معادلات تدفق الهواء المستخدمة في صناعة الطيران. في وسط المعرض توجد طائرة 'Handley Page 'Gugnunc، التي تم بناؤها في عام 1929. تمثل تصـــاميم المعرض وخطوطه الهواء الذي كان من الممكن أن يتدفق حول هذه الطائرة التاريخية أثناء الطيران. على الرغم من أن التصميم يتم إنشاؤه بوضوح من خلال ديناميات الحركة الطوبولوجية، فقد تم تعديل ذلك من خلال إنشاء مساحة جديدة في مركزه: وهي عبارة عن "دوامة" تجمع المجموعات وتشجع الأفراد على التوقف وتوجيه أنفسهم والانخراط في المعرض بشكل أوسع. تم الانتهاء من المشروع وفقاً لمعايير صارمة، تؤهله للتعامل مع 3.5 مليون زائر يجتذبهم متحف العلوم كل عام. تم تصميم الجدران بمهارة تقنية عالية من الفولاذ و الجبس، وتم تصنيع المقاعد من الخرسانة المسبقة الصب، بالإضافة الى صـقل الأرضـيات لتظهر بشـكل سـلس (www.architecture.com/awards-and-competitions-landing-page/awards/riba-regional-awards/riba-london-award-winners/2017/mathematics-the-winton-gallery).

وفقاً للمهندسين المعماريين "يستجيب تصميم المعرض لطموح المجتمع العلمي الرياضـي في تقديم الرياضـيات ليس كمفهوم أكاديمي ولكن كممارسـة تؤثر على التكنولوجيا وتمكن البيئة من حولنا من التغير. لطالما لعبت الأدوات دوراً مركزياً في تطور الفهم البشـري للطبيعة والعالم المشـيد: على سـبيل المثال، طرق السـير إسـحاق نيوتن لاشـتقاق قوانين الجاذبية، وامتداد هنري بوانكاريه للهندسـة الديكارتية إلى نظام الكواكب واسـتخدام اللورد كلفن للتقنية الرياضـية لتلائم المنحنى للتنبؤ بالمد والجزر" (www.archdaily.com/801015/inside-zaha-hadid-architects-new-mathematics-gallery-for-the-london-science-museum?ad_source=search&ad_medium=search_result_all). أنظر الشكل (4).

يرتبط المفهوم المعماري والإضاءة للمعرض بالمفاهيم الرياضية المعقدة للتجربة اليومية بوضوح مرئي مميز، حيث تم دمج الإضاءة الدينامية السائلة مع الإضاءة الثابتة لإبراز الأهمية الرياضية لمركزية المعرض. يتم ترتيب الإضاءة بشكل موازي لتبيان حركة الهواء حول الطائرة، لتعرض كلاً من الضغط الذي تصنعه أجنحة الطائرة والسماء الممثلة بحدود وجدران المعرض. تم تطبيق التفكير الاستراتيجي على المشروع من خلال التركيز على خلق مساحة لا تُنسى بإستخدام الضوء، لإغناء التجربة التي يعيشها زوار المعرض. (www.arup.com/projects/mathematics-the-winton-gallery)



الشكل (4) مناظر داخلية متنوعة تعكس الإنارة السائلة المتدفقة في السطوح المنحنية

مصدر الصور : www.archdaily.com/801015/inside-zaha-hadid-architects-new-mathematics-gallery-for-the-london-science-museum?ad_source=search&ad_medium=search_result_all