https://doi.org/10.33261/jaaru.2023.30.1.006 *Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences (2023) 30(1): 46-59*

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

دور التكنولوجيا البنائية الحديثة في ابداع المنشآت المعدنية

انيس محسن محمد[1]*، كاظم فارس ضمد[2]

[1] *جامعة بغداد، كلية الهندسة، قسم هندسة العمارة،* a.mohammed1304d@coeng.uobaghdad.edu.iq

[2] *جامعة بغداد، كلية الهندسة، قسم هندسة العمارة،* kadhim.f@coeng.uobaghdad.edu.iq

** الباحث الممثل: انيس محسن محمد،* a.mohammed1304d@coeng.uobaghdad.edu.iq

نشر في :31 اذار 2023

الخلاصة – تعد التكنولوجيا من اهم الوسائل المساعدة للإنسان على الإبداع والابتكار بمختلف المجالات، وتعد العمارة من ابرز النتاجات المتأثرة بالتكنولوجيا، لاسيما ما ارتبط منها بحقل البناء. وهنالك علاقة تاريخية بين التطورات في التكنولوجيا البنائية والعمارة متمثلة بنتاجها المادي من مباني ومنشآت التي تمثل الوسط العاكس للابداع في العمارة. الابداع هو تعبير شامل يتضمن جزئيات متسلسلة مترابطة تبدأ بالفكر وتنعكس على التكوين والشكل وتتضمن اشباع الحاجة الوظيفية والرمزية والجمالية. لقد أثرت تكنولوجيا البنائية الحديثة في قيم الابداع للمنشآت لاسيما المعدنية، لما تتصف به المعادن من ميزات كثيرة، وأنتجت تداخلات بينهما لتفرز بالمحصلة منشآت ابداعية. هذا بدوره يبرز أهمية دراسة هذه العلاقة التاثيرية المتبادلة بين التكنولوجيا البنائية الحديثة والابداع في المنشآت المعدنية بكل ما حملته من تطورات وتحولات كبيرة في التكنولوجيا المنشئية وانعكاساتها بالمقابل على الواقع التكويني والتشكيلي الذي ميّز العمارة المعاصرة. بعد استقصاء العديد من الدراسات ذات العلاقة، تبلورت مشكلة البحث بغياب النظرة المعمقة لدور التكنولوجيا البنائية الحديثة في تحقيق عوامل الابداع في المنشآت المعدنية في الفعالية التصميمية والتنفيذية المعاصرة، فالتركيز كان غالبا على أحد طرفي العلاقة؛ التكنولوجيا البنائية، اوعوامل الابداع، لاسيما في الدراسات المهتمة بموضوع العمارة المعاصرة. وفقا لذلك تم وضع هدف الدراسة والمتمثل بالتعرف على امكانات التكنولوجيا البنائية الحديثة في إظهارالإبداع في الشكل والمضمون للمنشات المعدنية. وللتعاطي مع مشكلة الدراسة وتحقيق هدفها وضعت الفرضية التي تنص على وجود مقومات للتكنولوجيا البنائية الحديثة، متمثلة بالتكنولوجيا الرقمية، والسمات الاستدامية للتكنولوجيا، وخصائص مواد البناء المعدنية، لها امكانات في إظهار الإبداع في الشكل والمضمون للمنشات المعدنية، على المستويين التصميمي والتنفيذي. سيشتمل الاطار النظري للبحث على المقدمة، ومن ثم سيتم الانتقال الى تحديد منهجية البحث، ثم سيتناول البحث مفاهيم وتعاريف التكنولوجيا البنائية الحديثة والمنشا المعدني، وسيقصد البحث بعد ذلك الى بيان مفهوم الابداع وإسقاطاته في المنشات المعدنية، ثم سيتبين كيفية تجسد الابداع في المنشآت المعدنية من خلال مقومات التكنولوجيا الثلاث؛ وهي تتمثل اولا بخصائص التكنولوجيا الرقمية التي تعد من اهم انواع التكنولوجيا البنائية الحديثة واكثرها انتشارا، وثانيا في ضوء المقومات الاستدامية العامة للتكنولوجيا، وثالثا من خلال خصائص مواد البناء المعدنية الحديثة، بعد ذلك سيتم استخلاص الاطار النظري للبحث في ضوء جدول يمكن تطبيقه عمليا على بعض الأمثلة العالمية والمحلية من اجل استكشاف السمة الابداعية التي تلعبها التكنولوجيا البنائية الحديثة في المنشات المعدنية للعمارة المعاصرة، وسيحدد البحث اخيرا اهم استنتاجات الدراسة والتوصيات العامة للبحث.

الكلمات الرئيسة – التكنولوجيا البنائية الحديثة، التكنولوجيا الرقمية، المنشآت المعدنية، الابداع.

1. المقدمة

اثرت التكنولوجيا البنائية الحديثة على عملية الخلق والإبداع في العمارة والتي لا تنطلق من فراغ بل تتولد من اساس تصوري تنبثق منه حالة متميزة لنتاج معماري جديد يحمل صفة الابداع، فتطور العمارة المعدنية يعكس تنامي تعبيريتها من خلال تطور الأفكار والعناصر المكونة لها، واكتساب هذه العناصر خصائص الابداع نتيجة هذا التطور، ومن هنا تبرز المشكلة البحثية المتمثلة بغياب التصور المعرفي الواضح حول دور التكنولوجيا البنائية الحديثة في الأبداع التعبيري في المنشات المعدنية للعمارة المعاصرة، ويتمثل هدف البحث في التعرف على امكانات التكنولوجيا البنائية الحديثة في إظهارالإبداع في الشكل والمضمون للمنشات المعدنية، وطريقة تحقيق ذلك من خلال نمط التصميم والمعالجة لعناصر المنشات المعدنية، ولمعالجة مشكلة البحث وتحقيق اهدافه وضعت فرضية البحث التي مضمونها وجود مقومات للتكنولوجيا البنائية الحديثة، مثل التكنولوجيا الرقمية، والسمات الاستدامية العامة للتكنولوجيا، وخصائص مواد البناء المعدنية، لها امكانات في إظهار الإبداع في الشكل والمضمون للمنشات المعدنية، وعلى المستويين التصميمي والتنفيذي. ذلك الدور كان له الأثر البالغ في صياغة الابداع في العمارة المعدنية المعاصرة، حيث اتخذ عدة مستويات تبعاً لنمط تأثير التكنولوجيا البنائية الحديثة على الإبداع للمنشات المعدنية، وسيتم ايضاح ذلك في ضوء توفير أسس معرفية لمفاهيم وتطبيقات ذلك الدور وترابطاته على مستوى مجموعة من النماذج والنتاجات المنتخبة، وأثرها في صياغة الدور وبيان أسس بناءه الذي يحكم بين التكنولوجيا البنائية الحديثة والإبداع في المنشات المعدنية.

1726-4081© 2023The 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/).

2. تحديد منهجية البحث

2.1 مشكلة البحث

غياب المعرفة المعمقة بدور تكنولوجيا البناء الحديثة في تحقيق عوامل الابداع في المنشآت المعدنية المعاصرة، للفعاليتين التصميمية والتنفيذية.

2.2 هدف البحث

التعرف على امكانات التكنولوجيا البنائية الحديثة في إظهار الإبداع في الشكل والمضمون للمنشات المعدنية.

2.3 فرضية البحث

وجود مقومات لتكنولوجيا البنائية الحديثة، متمثلة بالتكنولوجيا الرقمية، والسمات الاستدامية للتكنولوجيا، وخصائص مواد البناء المعدنية، لها امكانات في إظهار الإبداع في الشكل والمضمون للمنشات المعدنية، على المستويين التصميمي والتنفيذي.

2.4 منهج البحث

تبنى البحث منهجا وصفيا تحليليا لجمع البيانات الخاصة بالتكنولوجيا البنائية الحديثة، والمنشآت المعدنية المعاصرة، واستخلاص مفردات الاطار النظري لدور التكنولوجيا في استظهار مكامن الابداع في العمارة المعدنية، هذا الذي امكن تطبيقه في الدراسةالعملية.

2.5 هيكل البحث

وفقا لما تقدم فان هيكل البحث انطوى على المفاصل الرئيسة الآتية:

- تحليل التكنولوجيا البنائية الحديثة
- تحليل المنشأ المعدني
- تحليل الإبداع في المنشآت المعدنية
- استخلاص الاطار النظري والتطبيق العملي
- الاستنتاجات والتوصيات

3. تحليل التكنولوجيا البنائية الحديثة

3.1 تعريف التكنولوجيا البنائية الحديثة

التكنولوجيا مفهوم تاريخي عميق الجذور، يمتد تاريخها إلى تاريخ الإنسان نفسه. يرتبط بأهداف وأفعال الإنسان، فهو يوجهها بعقله ويتأثر بها، وينعكس في أنشطته ومحاولاته للتفاعل مع البيئة والحفاظ على جنسه، ويؤكد وجوده وتفوقه على بقية مخلوقات الأرض، والتكنولوجيا قديمة قدم الإنسان، لكن الشيء الوحيد الحديث في الموضوع هو اللفظ ذاته. وتطورت عبر العصور كأشكال وعلاقات ومواد وآليات حسب معطيات كل عصر، وصولاً إلى عصر التكنولوجيا الحديثة. اذ أعطت إمكانات التكنولوجيا الحديثة خصائص تشكيلية مبتكرة للمنتجات المعمارية المعاصرة. [3]

تعرف التكنولوجيا بوصفها فكرا تحويليا وفعالية ذهنية - تنفيذية قديمة قدم الإنسان. كما أن الظهور الحديث للمصطلح قد فسح المجال أمام إمكانية ربطها، بصورة خاطئة، بالمخترعات الحديثة التي غيرت معالم الحياة البشرية في العصر الحديث.

قسم الفيلسوف اليوناني ارسطو المعرفة العلمية الى ثلاثة اقسام: العلوم الصرفة، العلوم العملية، والعلوم المنتجة. ولعل العلوم المنتجة هي الاقرب الى مفهوم التكنولوجيا او التقانة المتداول في ايامنا هذه [13]، ويعرفها ماركوز على انها ليست وسيلة انتاج، كما عرفها عصر الماكنة، فحسب بل هي وسيلة تنظيم وتغيير للعلاقات الاجتماعية واظهار للافكار الشائعة وانماط السلوك، وهي وسيلة للتوجيه والسيطرة وطريقة عقلانية في تنظيم الفكر [23]، وأصل الكلمة في الاغريقية تشير الى الفن والمهارة وفن الصنع، وبهذا فان تكنولوجيا العمارة هي فن البناء، ذلك التخصص الذي يهدف الى الجمع بين المهارات الفنية والتطبيقية والاجرائية وصهرها معا [27]، يرى الكثير ان العملية الانتاجية هي الفكر والاداة والحاجة، ويرى البعض العمارة من هذا المنظور باعتبارها عملية تتفاعل فيها الحاجة والفكر والتكنولوجيا من جهة والمواد الاولية من جهة اخرى، اي انه توسع جانب الاداة ليتضمن الاجزاء المادية والمعنوية في المدخلات[8] ، لكن التكنولوجيا هي وسيلة فحسب لاظهار الفكر وفي ذلك يتفق البحث مع ما طرحه ادينكتون: " ان التكنولوجيا مثلت للعمارة الخادم والتابع، وان التصميم المعماري هو اجابة لسؤالي كيف؟ ولماذا؟ في حين ان تكنولوجيا البناء هي الاجابة عن سؤال كيف السبيل الى؟ " [8] ، بمعنى الوسيلة للتحقيق والامكان لما هو في فكر المصمم وما يريد ان يظهره من الافكار.[22]

ان مفهوم التكنولوجيا قد يأتي متداخلا مع تعاريف التقنية (technique) او الصناعة (industry) او المكائنية (machinery) اوالفن (art) او العمل (work) ، ويأتي احيانا مقرونا بحقل انتاجي مثل تكنولوجيا الفضاء او تكنولوجيا البناء [9]، وتم النظرللتكنولوجيا على انها المنتج (التركيب) الجديد الذي يلبي الحاجة، عبارة عن كيان ديناميكي يتغير زمنيا متطورا من شكل الى اخر واحيانا تحدث قفزة تطويرية ليظهر انموذجاً جديداً مختلفاً عن الانموذج الاول، والتركيب الجديد يخضع لمفهوم التطور المستمر وان هناك اجيالاً تكنولوجية. ولكن هذه التكنولوجيــا المتطورة تشــكل كذلك مجتمعــا مبرمجا يعتمد بعضه على بعض، وقد يكون من الافضل اعتباره مجتمعا هرميا.[20]

ان التكنولوجيا البنائية هي تطبيق التكنولوجيا في تصميم وتنفيذ المباني، وهي عبارة عن دمج بين الهندسة المعمارية وهندسة البناء، وينظر إليها أحيانا على أنها مجال متميز أو فئة فرعية، وقد أحدثت المواد والتقنيات الجديدة تحديات جديدة في التصميم وأساليب البناء في جميع مراحل تطور المبنى، وخاصة منذ ظهور التصنيع في القرن التاسع عشر، وترتبط التكنولوجيا المعمارية بالعناصر المختلفة للمبنى وتفاعلاته، وهي تتماشى بشكل وثيق مع التقدم المحرز في علوم البناء، ويمكن تلخيص التكنولوجيا المعمارية على أنها التصميم التقني والخبرة المستخدمة في تطبيق وتكامل التكنولوجيات البنائية في عملية تصميم المباني، أو هي القدرة على تحليل وتوليف وتقييم عوامل تصميم المباني من أجل إنتاج حلول تقنية للتصميم ذات كفاءة وفعالية والتي تفي بمعايير الأداء والإنتاج والشراء.[34]

وفقا لما تقدم يرى البحث ان التكنولوجيا البنائية الحديثة هي: اقتران التكنولوجيا بحقل البناء من خلال تطبيق التكنولوجيا في تصميم وتنفيذ المباني، وهي عبارة عن دمج التكنولوجيا مع الهندسة المعمارية وهندسة البناء، وينظر إليها على أنها مجال متميز أو فئة فرعية من التكنولوجيا. وقد أحدثت التكنولوجيا البنائية وبما تحويه من مواد جديدة تحديات في التصميم وأساليب البناء والتنفيذ في جميع مراحل تطور المبنى، خاصة منذ ظهور التصنيع في القرن التاسع عشر. وترتبط التكنولوجيا البنائية بالعناصر المختلفة للمبنى وتفاعلاته، وهي تتماشى بشكل وثيق مع التقدم المحرز في علوم البناء، من حيث كيفية التعامل مع المواد البنائية الحديثة او التقليدية، لكن بطرق حديثة، تصميميا وتنفيذيا وانتاجيا، واسلوب تنظيم المواد البنائية والمنظومات المنشئية والانشائية والتي تمثل العناصر المادية للتكنولوجيا البنائية التي تمثل اعلى مستويات الابداع والاتقان البشري، وهي تتطور باتجاه اكثر خدمة واعلى اتقان للمصممين والمنفذين والمستخدمين على حد سواء، اذ ان لها القدرة على تحليل وتوليف وتقييم عوامل تصميم المباني من أجل إنتاج حلول تكنولوجية للتصميم ذات كفاءة وفعالية والتي تفي بمعايير الأداء والإنتاج والشراء، وهي المعبرة عن الفكر المعماري وفقا لقواعد الانشاء، كما انها العقدة المعبرة عن الافكار والمبادئ حيث تخلق النظام والربط اذ ان التكنولوجيا البنائية الحديثة هي تركيب تكنولوجي وهو عبارةعن مخلوق بشري الصنع Man-made Creature يمثل اعلى مستويات الابداع والاتقان البشري في المرحلة الزمنية الحديثة.

3.2 نظام التكنولوجيا البنائية الحديثة

النظام هو الكيان المتكامل الذي يتكون من أجزاء وعناصر متداخلة تقوم بينها علاقات متبادلة من اجل أداء وظائف وأنشطة تكون محصلتها النهائية

بمثابة الناتج الذي يحققه النظام كله، والأسس التي يرتكز عليها مفهوم النظام، تجتمع في تعدد الأسباب والعوامل للظواهر المختلفة، وتداخل تلك الأسباب والعوامل وتفاعلها معا بدرجات متباينة، هذا فضلا عن انقسام مصادر تلك الأسباب الى ذاتية وأخرى موضوعية، والتي تتعلق بالبيئة التي تحدث فيها الظاهرة. [9]

تشير الطروحات الى التكنولوجيا بوصفها نظامًا يتسم بالشمولية، التوالدية، وغيرها من الخصائص، ومثل سائرالأنظمة الفعالة، لها كيان ومقومات وخصائص ومن ثم هي نسق يخضع لكل العمليات التي تخضع لها الأنظمة الأخرى، كما اشار وتولد الى التكنولوجيا كونها نظاما تكامليا "مطرد النمو" ذا كيان ومقومات وخصائص تملي شروطها على الواقع في بعض الاحيان وتحقق مظاهر عدة للنتاج باسلوب كفوء ومتغير ومبدع، يساهم في تطوير المنهج الفكري لتلك الظواهر، لتصبح التكنولوجيا بالتالي الحلقة الوسيطة بين الفكر و المادة [21]، وتصطدم محاولة وصف النظام التكنولوجي وتحديد مكوناته بالتداخل الحاصل بين خصائصها وصفات النظام الذي يعرف بالتوسعية والاستقلالية وبين الجوانب المتمثلة بالمرتكزات لقيام النظام . [8]

3.3 قطبا التكنولوجيا البنائية الحديثة

ان الثنائية التي تصنف التكنولوجيا الى المادي والفكري، من خلال اشتقاقها من مدلول مصطلح التكنولوجيا، تبين إمكانات الفصل بغرض التحليل والربط لتحقيق تكامل التصور، وهي ثنائية تتفق مع ما اقترح من رؤى لتحليل التكنولوجيا من قبل فلاسفة التكنولوجيا وباحثي تكنولوجيا العمارة [15]، وعليه فان قطبا التكنولوجيا البنائية الحديثة هما :

3.3.1 القطب الفكري

- المرتكز المعرفي: يتكون من القاعدة الادراكية، القاعدة المعلوماتية، والقاعدة اللغوية.
- المرتكز المفاهيمي: يتكون من مجموعة القيم والمفاهيم التي تحكم الفعاليات التكنولوجية، مفهوم الكفاية المادية، مفهومم التفرد، ومفهوم الحفاظ البيئي. [9]

3.3.2 القطب العملي

- المرتكز التقني: يتكون من القاعدة الانتاجية و القاعدة التنفيذية.
- المرتكز المادي: يتكون من العناصر المنشئية والانشائية عناصر المواد البنائية. [4]

4. تحليل المنشأ المعدني

4.1 تعريف المنشأ المعدني

تتكون عناصر المرتكز المادي للتكنولوجيا البنائية الحديثة من: العناصر المنشئية والانشائية The structural elements and the construction elements، وعناصر المواد البنائية building materials elements[24]، ولغرض توضيح الفرق بين العناصر المنشئية والأنشائية لابد من تعريف كل منهما. فالمنشا عرفه التك على أنه ذلك الجزء من النسيج البنائي المتعلق بمقاومة القوى والأحمال المفروضة على المبنى وتمكينه من التحمل بأمان [14]،كما ان المنشا بصورة عامة يشكل الوسيلة التي عن طريقها يستطيع المعمار ان يفهم الشكل فلا يوجد نظام عضوي سواء أكان حي أو غير حي بدون هيكل، فضلا عن كون المنشأ وحده لا يصنع المبنى ولكن يجعله ممكنا[5]، وسكلر في دراسته للهيكل Science in Art and Structure عرفه على أنه الفكرة العامة المجردة التي تتضمن الأجزاء التي يتم تركيبها وفقًا لمبدأ محدد للتغلب على القوى المؤثرة على المبنى، أي وفقًا لتوازن معين بين القوة والشكل (المادة) . [33]

ان العناصر المنشئية هي نماذج متكاملة تحقق الاستقرار البنيوي الكامن الذي يلبي المتطلبات الهيكلية ، والتي لا تقتصر وظيفتها على رسم مسارات القوى وتحديد اتجاهاتها ، بل تحقيق فضاء بوظائف مختلفة يحمل معاني جمالية ، وهذا هو المطلوب من العناصر المنشئية.

أما الانشاء فهو يعني في العمارة تشييد المباني وتركيبها، وهو ذلك الجزء المتعلق بتصميم نسيج المبنى وكيفية تجميع مكوناته، ويتضمن مفردات الجدران ،الأساسات، الأرضيات، الأبواب، والنوافذ [14] ، وكذلك يمثل الانشاء المظهر المادي لهذا المبدأ حيث يمكن أن يتم انتاج العمود اوالعتبة من الخشب اوالحجر اوالمعدن وما إلى ذلك، ويمكن ربط عناصره بطرق مختلفة [33]، ونتيجة لذلك أصبحت عملية الانشاء هي الجانب المميز لعملية البناء، والتي تقوم على حقيقة أن عملية الإنشاء لا تشمل فقط على تشكيل المادة، بل أن العوامل الثقافية والتنظيمية، وكذلك جميع العوامل الاقتصادية تؤثر على كل من العملية الإبداعية وخلق الشكل الناتج . [32] ومن هنا يمكن القول بعدم إمكانية فصل العناصر المنشية عن العناصر الأنشائية فهما في حالة من التفاعل المستمر والعلاقة بينهما تشبه بواقعها العلاقة بين العلم والتكنولوجيا، والمبنى الجيد هو الذي يضمن تنفيذاً جيداً وفكرة إنشائية ملائمة.

وفقا لما سبق بشان المنشا والانشاء، تم التوصل الى ماياتي بشان الانشاءالمعدني والمنشا المعدني واللذان يشتركان بكونهما يصنعان من مواد معدنية[1] الا ان الفرق بينهما يمكن توضيحه من خلال تعريف كل منهما. فالمنشا **المعدني** هو الجزء المعدني من نسيج المبنى المتعلق بمقاومة القوى والأحمال المفروضة على المبنى وتمكينه من التحمل بأمان، وهي أيضًا الفكرة العامة المجردة التي تشمل الأجزاء المركبة وفقًا لمبدأ محدد مسبقًا في التغلب على القوى المؤثرة على المبنى ووفقًا لتوازن معين بين القوة والشكل (مادة معدنية)، وهو يشير إلى تنظيم الأجزاء المعقدة حيث يعمل المنشا المعدني هنا كخاصية للتنظيم والترتيب والترابط، ويمكن القول إنه الفكرة العامة المجردة التي تتضمن الأجزاء المركبة وفقًا لمبدأ محدد مسبقًا في التغلب على القوى التي تؤثر على المبنى مثل العمود المعدني، القبة المعدنية، العتبة المعدنية، العقد المعدني، ... إلخ، وهو التوازن النوعي بين القوى المؤثرة وشكل العنصر المعدني، ولا تقتصر وظيفته على رسم مسارات القوى وتحديد اتجاهاتها، ولكنه معني بتوفير الفضاء الوظيفي بالاضافة الى تحقيق المعاني جمالية وهذا هو المطلوب من الهيكل المعدني في العمارة. اما **الانشاء المعدني** فأنه يكمن بصورة رئيسية في طريقة الوعي والإدراك، ففعل الأنشاء construct يتضمن معنى شيء مركب بوعي. ويكمن بالإظهار المادي لهذا المبدأ فنمط العمود والعتبة مثلا ينفذ من المعدن وهكذا. كما يمكن ان تربط عناصره بطرق مختلفة ومتنوعة، ويشمل مفردات الجدران المعدنية، الأساسات المعدنية، الأرضيات المعدنية، الأبواب المعدنية، والنوافذ المعدنية، وبالنتيجة أضحت عملية الأنشاء المعدني الجانب المتميز في عملية البناء المعدني والتي تستند على الحقيقة القائلة بأن عملية الأنشاء المعدني لا تتضمن بالضرورة تشكيل المادة المعدنية فحسب، فالعوامل الثقافية والتنظيمية فضلاً عن العوامل الاقتصادية كلها تعد عوامل مهمة تؤثر في عملية الأنشاء المعدني وإيجاد الشكل الناتج.

4.2 القوى المؤثرة في المنشآت المعدنية

ان مقدار أو مستوى تأثير القوى والأحمال على المنشا المعدني يعتمد على جملة عوامل منها:

- مقدار تلك القوى أو حجمها. فبزيادة مقدار القوى المؤثرة تبرز الحاجة إلى المعالجات المنشئية سواء على مستوى المواد أو الأشكال المنشئية وحتى على مستوى النظم. [11]

([1]) المواد المعدنية : تقسم الى معادن حديدية وهي: حديد الزهر، الحديد المطاوع، والفولاذ، ومعادن غير حديدية وهي: الالمنيوم، النحاس، الرصاص ، المونيل، والتيتانيوم. اما السبائك المعدنية فهي: سبائك الفولاذ، سبائك الالمنيوم، وسبائك الفولاذ والالمنيوم.[11]

- اتجاه تأثير القوى بالنسبة للمنشأ، حيث أن دفع أو وقع تأثير القوى باتجاه معين يتطلب الإسناد والدعم المنشئي بذلك الاتجاه دون غيره وبالتالي تبرز المعالجات الشكلية هنا.
- موقع تأثير تلك القوى ضمن المنشأ. الأمر الذي يؤدي إلى الاختلاف في ثقل الإسناد بحسب الحاجة إليه ضمن حدود تأثير القوى. [24]

4.3 العوامل الأساسية المؤثرة في المنشآت المعدنية

ان العوامل المؤثرة في المنشات المعدنية هي ذاتها المؤثرة في المنشات بشكل عام حيث يعتمد إسناد المنشات حسب Luebkeman على عدة معايير ومؤثرات منها: [4]

- العامل الاجتماعي، الحضاري والاقتصادي: تساهم وبشكل كبير في تطوير وطبيعة اختيار نوع وهيئة وخصائص المنشات المعدنية
- العامل التكنولوجي: يكتسب هذا المؤثر أهميته من خلال ارتباطه بكافة معالم المبنى، خاصة ما يتعلق منها بالنواحي العملية، والتقنية الإنشائية بما تحويه من أساليب الإنتاج والتنفيذ وعلوم المنشأ. [33]
- عامل التعبيرية المعمارية : يشتمل هذا المؤثر على الكثير من المبادئ والمفاهيم ذات التأثير الكبير على اختيار نمط وطبيعة المنشات المعدنية كالعقائد المعمارية العامة والسائدة في مجتمع وزمان معينين كما يشمل الرغبة أو النزعة المعمارية والمنشئية الشخصية (الذاتية) لتوجه معين.[4]

4.4 المكونات الأساسية للمنشآت المعدنية

هنالك عدة مكونات تشتمل عليها المنشات بشكل عام والمنشات المعدنية بشكل خاص منها: [4]

- العناصر الخطية Linear Elements: كما في العتبات والجسور والأعمدة.
- العناصر السطحية Surface Elements: كما في الجدران والأرضيات (العناصر ذات البعدين).
- العناصر الفضائية Spatial Elements: ويمثل الأجزاء التي تعمل على ربط أجزاء المنشأ مع بعضها لتكون وحدة متكاملة (العناصر ذات الثلاث أبعاد).
- عناصر الربط والالتقاء Joints Elements: تمثل العناصر المسؤولة عن الالتقاء بين عنصرين أو اكثر من العناصر السابقة.

ويقترح (Bachman) مكونات جوهرية للمنشا والتي سماها بالمكونات الوظيفية، وهي: [5]

- عناصر نقل الأحمال: وتعمل على تحويل الأحمال للوصول إلى الدرجة المناسبة للاستقرار وتكون بشكل عام مكونة من الأسس والقواعد والجسور السفلية.
- عناصر رفع الأحمال: وتشمل الأعمدة والجدران الحاملة للأثقال فضلاً عن الأقواس وكل عناصر الدعم العمودية.
- العناصر الممتدة عبر الفضاء: وتشمل الجسور الأفقية الداعمة والعوارض والجملونات، فضلاً عن العناصر المنشئية الأفقية الثانوية (مثل الجسور الثانوية Purlins) والأرضيات والإطارات والقباب، كما تشمل منشآت السقوف والأسلاك والأغلفة المدعومة هوائياً.
- عناصر التثبيت: وهي العناصر التي تعمل على التثبيت كالأغشية المقاومة للإجهادات والأحمال الجانبية. [5]

4.5 تصنيفات المنشات المعدنية

يتم تصنيف المنشات المعدنية بنفس طريقة تصنيف المنشات بشكل عام، والتي اتسمت بالتنوع والتعدد إذ استندت على عدة معايير منها ما ارتبط بنوع المادة، وسعة البحور وطبيعة القوى المسلطة على المنشأ، أو حتى نوعية الهياكل المنشئية ونوعية التصنيع [28]. وابرز تلك التصنيفات هو ما طرحه الإنشائي الإنكليزي Heino Engel في دراسته " Structural systems" 1977، والذي قسم فيها المنشأ إلى خمسة أصناف، اعتمد فيه على الصلة بين الفضاء أو المبنى وبين الهياكل المنشئية والتي عدها من الأساسيات التي يرتكز عليها المعماري في نواحي الوظيفة والتعبير. والاصناف هي: [4]

- النظم ذات الشكل الفعال
- النظم ذات المتجهات الفعالة
- النظم ذات الكتلة الفعالة
- النظم ذات السطح الفعال
- النظم العمودية

ومن التصنيفات الاخرى التي قدمها H.S Howard، الذي اعتمد فيها على تحليل العلاقة بين المنشا والشكل المعماري والدعوة إلى إعادة تكامل التكنولوجيا المنشئية مع النتاج المعماري. وكما يأتي: [20]

- المنشأ الاقتصادي.
- المنشأ الملائم.
- المنشأ الشكلي أو النحتي.
- المنشأ المتظاهر.

أما التصنيف البارز الثالث فهو ما طرحه الكاتب الألماني والإنشائي Fred Angerer، والذي ارتكز في طرحه على السلوك الساكن " Static behavior" وما ارتبط به من العناصر التي يتألف منها الشكل في علاقته مع الهياكل المنشئية. حيث تشكل عنده الأجسام الصلبة والسطوح والعناصر النحيفة، الهياكل المنشئية الأساسية. فجاء التصنيف هنا كما يلي: [4]

- المنشآت الصلدة (المصمتة).
- المنشأ الهيكلي.
- المنشأ السطحي.

4.6 اسباب ظهور المنشات المعدنية في العمارة

إن استخدام المعادن في العمارة المعدنية وتطورها عبر التاريخ كان نتيجة لعدة عوامل :

- التقدم الهائل في تكنولوجيا صناعة المعادن حيث توفرت أصناف كثيرة من المعادن في الأسواق العالمية و كان على رأسها معدن الحديد ومعدن الفولاذ عالي المقاومة الذي أثبت جدوى اقتصادية متميزة.
- تطور طرائق تصنيع عناصر البناء المعدني حيث أصبح تصنيع تلك العناصر عملية إنتاجية متكاملة تنجز كافة مراحلها على خط إنتاج يبدأ بالمواد الأولية و ينتهي بعناصر بنائية جاهزة للتجميع و التركيب و تميزت خطوات هذه العملية بالدقة العالية في القص و التشكيل و التثقيب و اللحام، مما ادى الى سرعة الإنشاء بسبب إمكانية التحضير في المصنع ثم التجميع في الموقع والذي وفر إمكانية العمل في جميع فصول السنة، وكذلك تميز بسهولة النقل.
- التطور الكبير الذي حدث في معالجة السطوح ضد الصدأ والعوامل الخارجية حيث يتم استخدام المعامل الآلية لطلاء العناصر البنائية المعدنية بمواد خاصة. [17]
- الفهم الأعمق للسلوك الإنشائي الذي مكن المصممين من تقديم عمارة معدنية أكثر اقتصادية في استخدام المعدن دون المساس بمستوى الأمان المطلوب و بالتالي أصبح التصميم أكثر دقة

- إمكانية فك المنشأ وإعادة تركيبه والقدرة على إعادة استخدام و تدوير المعادن المستخدمة في العمارة المعدنية بسهولة.
- قدرة المعادن عالية على تحمل إجهادات الشد و الضغط كما ان حد المرونة لها عالي نسبيا مقارنة بالمواد الأخرى كما تتوفرفيها إمكانية التنبؤ قبل الانهيار بسبب حدوث تشوهات فيها.
- المعدن مادة متجانسة قابلة للسحب و تتميز بسهولة التحكم في خواصها وتكوينها الكيميائي مما يوفرسهولة التشكيل المعماري لها والتعديل عليها والإضافة لها أثناء التنفيذ او التطوير و إمكانية تقوية بعض العناصر الإنشائية المعدنية بسهولة[11]

5. تحليل الإبداع في المنشآت المعدنية

5.1 *تعريف المنشا المعدني الذي تتوفر فيه صفة الابداع*

الإبداع هو مفهوم غامض وواسع، تم تعريفه على انه " اضاءة " كنوع من الوعي ومفاجأة فعالة، وهو كل شئ "غير متوقع" و "غير عادي" وصادم ويتصف بالجدة لكونه يقوم على أساس زعزعة الهرمية و القواعد المحددة سلفا و يحقق مستوى أعلى من الحلول و يشير الى أسلوب الاستجواب المنطقي والتفكير النقدي المرتبط بحيوية الفكر ومواكبة عجله التطور الإنساني المادي والفكري[18] ، الا أن ليس كل جديد هو مبدع، فالجديد المبدع هو ما يمكنه أن يكشف عن القيم والعلاقات والدلالات المعرفية و السلوكية والذوقية الحسية التي تحدث تطورا في الخبرة الإنسانية وابهار المدرك وتحفيزه على التساؤل [31]. كما تم طرح مصطلح " نقلة نوعية " بالتعبير عن مفهوم الإبداع الذي يترجم القدرة على الابتكار و التغير التي تتطلب المهارة و التفكير خارج الصندوق و القابلية الذهنية العبقرية التي تظهر أثارها في النتاج [11]. وارتبط المفهوم بالمنشات بعدد من المستويات التي تجعل من النتاج غنيا بالمتعة الفنية والتميز كمستوى الزخارف والمعالجات النحتية والكتلية الهيكلية خفيفة الوزن التي تخلق نوع من التميز كما ان الإبداع على المستوى الشكلي و التشكيلي الهيكلي يجسد الحفاظ على سمو الأحاسيس والتميز والإثارة بما يحدثه من امتاع عاطفي بفعل التفرد بالفكر و النتاج الذي قد يمتاز بصفة الغريب و الخلاق [26]، وتم تأكيد ذلك عند الأشارة الى تعامل المنشات مع الشكل المعماري من خلال مفهوم الإبداع المحقق للتجسيد الشكلي المتصف بالابداع والمثير للاهتمام والملفت للنظر مع ضمان بقاء تحقيق الوظيفة (المادية-المعنوية) لان الهيكل المنشئي يحقق الإبداع الشكلي بإدائه رسالة فنية تجعله يتصف بكونه عملا نحتيا الى جانب الحلول الإنشائية[18]. وقد ارتبط الهيكل المنشئي في العمارة المعاصرة و طبيعته الشكلية والتنظيمية بمفهوم الإبداع الداعي للتحرر من القيود والنظم المنشئية التقليدية وخلق الجمال المعماري من جانب هندسي. [31]

نجد أن الإبداع هو قفزة ابداعية ناتجة عن توظيف استراتيجيات تصميمية وأغلب الصفات المعرفة لمفهوم الإبداع هي مرادفات التميز، و يقود الإبداع لكل ما هو جديد ولكن ليس كل ما هو جديد معبرا عنه، و ارتبط الإبداع بما يعرف بالنقلة النوعية اشارة الى كل ما هو غير مألوف وغامض وغريب وخلاق و سامي لكونه يحقق ما يعرف بالندرة النسبية. و يتحقق الإبداع بالمنشات المعدنية وفق الاليات (التناسب، الوحدة، التوازن ،التفريغ، الترميز، والتباين.[11]

ان التكنولوجيا المعاصرة قد ولّدت خصائص شكلية هي : المقياس الضخم بسبب الأشكال الصرحية والصناعية، والأشكال المعقدة التي مردها إلى التعقيد التكنولوجي الحاصل فضلاً عن الأشكال الهجينة وغير المستقرة. وتتم عملية التطويع المحلي لها من خلال اعتماد مفردات بنائية وعلاقات تركيبية تتناسب مع المقياس الإنساني من خلال التغييرات على التكنولوجيات ذات المقياس الضخم لتصل إلى مديات تناسب ممارسات الأنسان من خلال العلاقة بين قياس الحاوي والمحتوى، حيث يمثل الحاوي الفضاءات المعمارية فيما يمثل الأنسان بأبعاده الفيزياوية والإنسانية المحتوى، للوصول إلى حالة من الانسجام وتحقيق الطمأنينة والانتماء. أما التعقيد التكنولوجي فممكن ان يُطوع ويعطي الانطباع والإحساس بالتكامل المتزن لعناصر البنية الكلية للشكل، فالهيئة تكون غنية بالعناصر والمفردات البنائية أو العلاقات التركيبية المعقدة مع وجود وظيفة وهدف لكل عنصر أو علاقة. [4]

وبالنسبة للأشكال الهجينة فقد أثبتت الدراسات ان العمارة عبر التاريخ تغير أنظمتها الشكلية لتواكب التحولات الحاصلة في طبيعة البنى الفكرية مع ادراك وفهم حدود حالة التطور والتغيير في النظم السائدة وذلك من خلال إستراتيجية الاندماج الشكلي كعملية إبداعية مرتبطة بالمعرفة المعاصرة وإيجاد إمكانية توظيفها في الفكر والنتاج المحلي مع وجود قدرات التكنولوجيا المعاصرة التي وفرت امكانية في التحرر من الأشكال التقليدية وبالتالي التأكيد على صفة الجدة والأصالة في النتاج. [18]

وفقا لما سبق يمكن تعريف المنشا المعدني الذي تتوفر فيه صفة الابداع بانه هو جوهر العمارة وهو القلب المكون لها الذي يكسبها الجانب التعبيري المجسد للمبنى بالإضافة الى الوظيفة الأساسية له المتمثلة بنقل الأحمال والاستقرار و الاتزان. كما انه يمكن تحقيق عمارة يتجسد فيها الابداع من خلال تحقيق الابداع في المنشا المكون لها. وان المنشا المعدني الذي يتحقق فيه صفة الابداع هو ناتج عمليات الإنشاء المعمارية القائمة على توظيف مواد معدنية واساليب انشائية، مظهرة لجوانب وظيفية ميكانيكية و جمالية ورمزية وبيئية و يقوم على تحديد الفضاءات المعمارية بالإضافة للأمان والحماية، وطبيعة الاختيار الشكلي له والنوع المستخدم يرتبط بطبيعة الوظيفة والأحمال والشكل المعماري المطلوب الوصول له و بالأخص عندما يكون المنشا المعدني معبرا عن الشكل المعماري للمبنى بشكل واضح لارتباطه بعمليات الخلق الشكلي للعمارة المعاصرة على وفق استخدام العديد من الآليات و الأساليب و الوسائل التي بالتلاعب بها و الخروج بها عن اساليب التشييد الأساس و الطبيعة الكلاسيكية لاستخدام المنشا المعدني تولد منشات معدنية غير مألوفة تحمل صفة الابداع.

5.2 *تاثير التكنولوجيا البنائية الحديثة على الابداع في المنشات المعدنية*

التكنولوجيا البنائية الحديثة وما تحتويه من جانب مادي وفكري تهتم بتطوير المنشات، والمواد و الأشكال الإنشائية المعمارية وتقنيات وأساليب توليدها في سبيل خلق هياكل متميزة ومبدعة [32]، ويجسد الفكر التكنولوجي منهج التصميم المنطوق[2] لكونه اصبح جزء من الطبيعة التي يصف من خلالها المهندس السلوك المنطوي خلف خلق هياكل منشئية مبدعة بفعل توظيف الشكل الهيكلي للمكونات الطبيعية [30]، وأشار Basalla الى تبنى التطور التكنولوجي جوانب مثيرة للاهتمام موضحا العوامل المؤثرة فيه، كالاجتماعية ،السياسية والاقتصادية، وأكد على دوره في ظهور النتاجات المبدعة من خلال دراسة التأثيرات النفسية و الاجتماعية للنتاجات وربطها بما يمكن ان يولده من تشويق و تحفيز للمدرك والتطور المرتبط به يعد من الأركان الأساس في كافة جوانب الحياة المعاصرة مما ساعد في توسيع مديات الإبداع في تصميم المباني ذات الهياكل المنشئية الجديدة و المتنوعة التي تتميز عن سابقاتها كونها تتيح اعطاء العديد من الخيارات لاشكال الهياكل المنشئية التي تظهر البنية الشكلية للنتاج مما يجعله متميزا بفعل ما يجسده من لغة معمارية جديدة [18]، واتاحت التكنولوجيا البنائية الحديثة فرصة تفاعل مفاهيم الشكل والجمال والوظيفة مع القيم الاقتصادية و امكانية التفاعل مع البيئة، مما فتح العديد من الآفاق التي أزالت كثيرا من الحدود فيما يتعلق بكلاسيكيات التصميم الهيكلي [12]، كما تشكل التكنولوجيا البنائية الحديثة ركنا مهما من بنية هذه الثلاثية و ينصب اهتمامها على كيفية الوصول الى النتاج على وفق القصدية المطلوبة بأسرع وقت واكفأ جودة وآلية عملها في سبيل تحقيق الابداع للهياكل المنشئية، أما مباشرة بأن تعمل القدرة والقوة التكنولوجية على النظام بشكل مباشر و يكون المصمم هو المسؤول عن هذه العملية، أو غير مباشرة كاستخدام مادة بنائية جديدة أو طريقة و أسلوب انشاء مبتكر أو تطوير أحد النظم الداخلة في عملية التصميم الهيكلي [16]، وقد أكد Neil Spiller ضرورة عدم النظر للهياكل المنشئية بسطحية

(2) التصميم المنطوق: الذي يكون هيكله معبرا عن الطبيعة الشكلية للمشروع ويعرف الناظر له بمحتواه الفكري [18]

وبساطه وانما حث الذهن على التفكير و التساؤل واستدعاء الدلالات المتنوعة الإيقاعية المتفردة ضمن السياق لما تعكسه من الغرابة والسمو [7]، وقد تم إثبات ذلك بفاعلية كبيرة في جسر Helix ، في خليج مارينا في سنغافورة، الذي صممه Zox Architecture and Engineers Arup عام 2010، حيث يظهر دور التكنولوجيا البنائية الحديثة في تكريس الابداع في تصميم منشا الجسر، اذ استلهمت فكرة تصميم الجسر من الترتيب الهندسي لشريط الحمض النووي (استعارة شكلية)، مما أدى إلى تشكيل منشا الجسر على شكل ممر محاط بالهياكل الحلزونية المزدوجة المصنوعة من المواد الفولاذية المقاومة للصدأ، وتم استخدام سلسلة من هياكل بيضاوية الشكل من مادة الفولاذ المقاوم للصدأ لإنشاء صالات عرض على جانبي الجسر، يمكن لكل منها استيعاب حوالي 100 شخص. [16] ، وكما في الشكل (1)

1- أ

1- ب

شكل 1: يوضح تأثير التكنولوجيا البنائية الحديثة على اظهار صفة الابداع في تصميم جسر Helix في خليج مارينا في سنغافورة، ويوضح الشكل 1- أ هيكل الجسر المعدني مصنوع من الفولاذ المقاوم للصدأ ويأخذ الترتيب الهندسي لشريط الحمض النووي (استعارة شكلية) ، والشكل 1- ب يوضح الهيكل المعدني للجسر من الداخل[16]

وعليه فأن التطور في التكنولوجيا البنائية الحديثة والذي بدأ كفكر تتوج بجانب تطبيقي كان على عدد من الأصعدة منها العمارة لاسيما في مجال المواد والأنشاء والتشييد في محاولة عكس الصورة المعمارية المقصودة من المصمم، مما أتاح توليد نتاجات منشاية تتسم بالابداع ومتفردة كون التكنولوجيا شجعت على تسهيل التعامل مع الاليات المولدة لمنشات تتسم بالغرابة والسمو و التميز والجدة العاكسة للمرونة الهيكلية بعيدا عن الصلابة الكلاسيكية.

5.2.1 دور التكنولوجياالبنائية الحديثة في ضوء التكنولوجيا الرقمية في اظهار مكامن الابداع في المنشات المعدنية

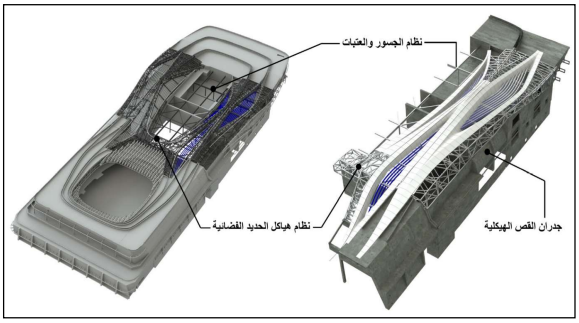
اتاحت التطورات في التكنولوجيا الرقمية الخاصة بالبرامج الحاسوبية انتاج منشات معدنية ذات تعبيرات متميزة تتصف بالابداع بفعل ما تتيحه من توفير العديد من البدائل التي تحقق مبدأ الجدة و السرعة في التصميم الهيكلي، وخلق واقع افتراضي يصور النتاج تخيليا على أرض الواقع وتحقيق الإبداع من خلال توظيف آلية التكرار للعناصر الهيكلية المقيسة التي قد تظهر نوع من الملل بفعل استخدام نظام من الخوارزميات الرياضية التي توفر امكانية للتعبير عن الذاتية للمصمم النابعة من تأثيرات الخيال لديه و تحويله الى واقع كونها توظف و تدعم كل من الإلهام والتعبير و الذاتية، بحثا عن النتاج الذي يحمل صفة الابداع ضمن السياق [16].

فقد أتاحت تكنولوجيا الواقع الافتراضي جعل امكانية المنشات المعدنية تاخذ طبيعة اشبه بنتاج حرفي [25] ، كما اكد البعض ان التصميم الباروميتري يعد واحدا من اليات تحقيق المنشات المبدعة لما له من دور فعال في عملية توليد نتاجات هيكلية ذات تاثيرات بصرية مثيرة للتساؤل ومبدعة. أن التطور في التكنولوجيا الرقمية يتيح إمكانية توليد منشات معدنية مبدعة بفعل ما يوفرة من بدائل في عملية التصميم والسرعه والدقة وامكانية خلق واقع افتراضي يربط بين مفردات السلوك الحقيقي والافتراضي، كما انها تطبق مبدأ التكرار التناسقي للعناصر المنشئية والتعامل ضمن منظومة عمليات حسابية تكسب الهياكل المرونة والحيوية[18] ، ويتضح ذلك في تصميم وتنفيذ مبنى البنك المركزي العراقي الجديد للمعمارية العراقية زها حديد، اذ تم استخدام التكنولوجيا الرقمية في مرحلة التصميم والتنفيذ للمشروع باكمله وللنظم المنشئية المعدنية الحديدية فيه والتي تشكل النظام المنشئي الثانوي بالاضافة الى المنشا الخرساني الرئيسي في المبنى لما لهذه النظم من المرونة في التحكم بالشكل والتكوين، حيث تم استخدام الهياكل الحديدية في تشكيل سقف (skylight) في وسط قاعدة المبنى بسبب البحر الواسع للمنطقة الوسطية والحاجة الى هياكل خفيفة وتسمح بمرور اشعة الشمس الى داخل الفناء، وتم استخدام الهياكل الحديدية لتحمل الالواح الخرسانية للواجهات كما تم استخدام الهيكل الحديدي كعنصر حامل لكاسرات الشمس وقواطع فتحات التهوية، وتم في المشروع استخدام برنامج الـ (Revit) في رسم المخططات والتفصيلات ثنائية الابعاد واستخدام برنامج النمذجة الرئيسي (Rhino) لوضع التصاميم الثلاثية الابعاد، مع استخدام برنامج الـ(Maya)، وتم استخدام طريقة (التصميم البارامتري والتصميم الخلاق) في التعامل مع الاجسام في المشروع، كما تم عمل نموذج اولي مصغر للمشروع باسخدام الطابعات ثلاثية الابعاد ، ، كما تم استخدام التكنولوجيا الرقمية في تجميع القطع المشفرة ميكانيكيًا أثناء القيام بعملية تنفيذها [10] ، وكما في الشكل (2) والشكل (3)

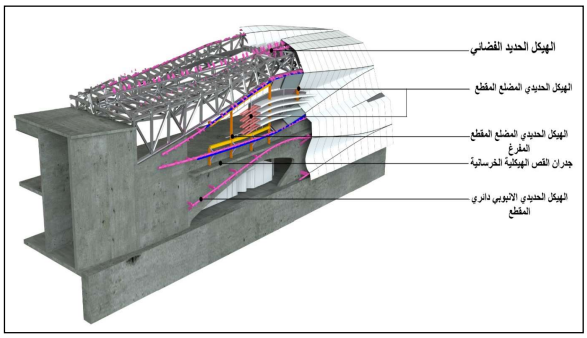
شكل 2- أ

شكل 2- ب

شكل 2: يوضح استخدام التكنولوجيا الرقمية في مرحلة تصميم وتنفيذ مبنى البنك المركزي العراقي الجديد للمعمارية العراقية زها حديد ويوضح شكل 2- أ المنظور العام للمشروع، والشكل 2- ب يوضح الاعداد الرقمي للهياكل الحديدية التي تاخذ نفس اشكال وتقوس الواح الواجهة لتكون جاهزة لعملية تثبيت الالواح عليها. [19]



شكل 3- أ



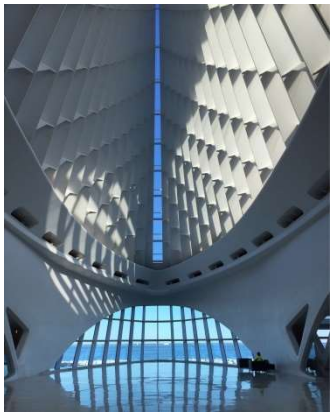
شكل 3- ب

شكل 3: يوضح استخدام التكنلوجيا الرقمية في مرحلة تصميم وتنفيذ مبنى البنك المركزي العراقي الجديد للمعمارية العراقية زها حديد ويوضح شكل 3- أ الهيكل المنشئي الاساسي والثانوي المعدني لقاعدة المبنى، والشكل 3- ب يوضح تفاصيل مكبرة للهيكل المنشئي الاساسي والثانوي المعدني وهيكل قشرة المبنى لقاعدة المبنى. [10]

5.2.2 *دور التكنولوجيا البنائية الحديثة في ضوء خصائص الاستدامة على اظهار مكامن الابداع في المنشات المعدنية*

ان تحقيق منشات معدنية مبدعة لا يقف مانع دون تحقيقها لمبدأ التكيف مع البيئة و تحقيق الاستدامة، إذ من الممكن خلق بيئة منشئية هيكلية تؤدي وظيفة مبدعة الى جانب وظيفة أدائية أكثر ابداعا من خلال خلق بيئة مستدامة. اصبح العديد من المعماريين يبحثون عن التوجهات المستدامة في تصميم وتشييد المنشات المعدنية المعاصرة [4]، فقد برز عدد من وجهات النظر في هذا الجانب تتمثل باحتضان التكنولوجيا البنائية الحديثة و تطبيق الأنظمة الذكية المستدامة، إذ لا تتطلب الاستدامة تقدما تكنولوجيا فقط و انما تتطلب التقدم بالمستوى الاقتصادي والاجتماعي والسياسي لكي يتم تحقيقها مع توظيف التكنلوجيا الرقمية لدعم عملية الخلق الشكلي للمنشات المعدنية و حساب ما يتعلق بالخوارزميات تحقيق بيئة مستدامه هيكليا وامكانية انشاء منشات معدنية تحمل صفة الابداع [18]. ومثال ذلك مشروع البناء الجديد في متحف الفن الميلووكي في الولايات المتحدة من تصميم المعماري كالاترافا عام2001م حيث يجسد المنشا المعدني الوظيفة البيئية المعبرة عن تطبيق مفهوم الاستدامة على مستوى العناصر المكونة للمنشا المعدني و التي تظهر تبعاتها على المنشا ككل من خلال توظيف الجزء الهيكلي المجسد لجناح الطائر كجزء متحرك ديناميكي يلعب دور في تغطية النوافذ للمبنى و حجب اشعة الشمس و التحكم بكميتها الداخلة كما يعكس المنشا المعدني تطبيق و اضح للاستدامة بفعل ديناميكية اجزاء منه تعمل ككواسر و عوازل للشمس و طلاء المبنى بمادة نانوية للحفاظ على بياضه الناصع وجعله صديق للبيئة و كذلك عكسه للجوانب الاجتماعية من خلال محاكاة طبيعة المنطقة التي تجسد خلفيات معرفية مألوفة لسكانها [35] ، وكما في الشكل (4)

شكل 4- أ



شكل 4- ب

شكل 4: يوضح مشروع البناء الجديد في متحف الفن الميلووكي في الولايات المتحدة تصميم كالاترافا عام2001م حيث يجسد الهيكل المنشئي الوظيفة البيئية المعبرة عن تطبيق مفهوم الاستدامة، يوضح شكل (4- أ) المنظور الخارجي للمشروع،ويوضح شكل (4 – ب) منظور داخلي للمشروع [35]

5.2.3 *دور التكنولوجيا البنائية الحديثة في ضوء خصائص مواد البناء المعدنية الحديثة في اظهار مكامن الابداع في المنشات المعدنية*

هناك علاقة بين المواد وخصائصها وبين المنشا المعدني من حيث ادائه و طبيعته الشكلية مما يقود الى نتاجات هيكلية شكلية كفوءة وظيفيا، وان التطوير في المواد يقود الى تطوير شكل المنشا واعطاءه التعبيرية المبدعة [6]. فالمواد هي اساس التصنيف للأنظمة الهيكلية وتطورها وله ارتباط وثيق مع التطور الشكلي للهيكل المنشئي [18]. واشار Hartoonian عن ما قدمه Mark في كتابه [3] تاكيدا على أن شكل المنشا يعتمد على تقنيات و تكنلوجيا توظيف مواد البناء[29]، ويعتمد استعمال اي مادة بنائية ضمن المنشا على:

- **الإمكانات الإنشائية:** التي تحدد على وفق سلوك المادة في عملية نقل الأحمال المسلطة و مقدارها
- **الإمكانات التنفيذية:** التي تحدد تبعا لخواص و صفات المادة من حيث الأبعاد والوزن و السمك
- **السطوح الخارجية:** التي يتم تحديدها على اساس الصفات الخارجية للمادة مثل اللون، الملمس، الشفافية، وتحديد مواقع الاستعمال[6]

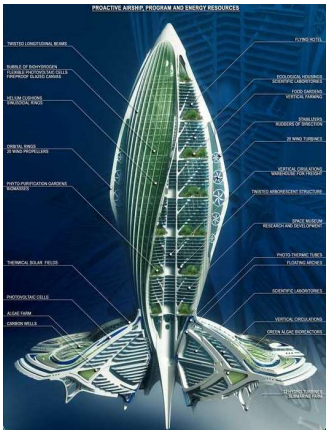
ان من أهم تكنلوجيات مواد البناء المتطورة في الوقت الحاضر التي أسهمت بالخروج عن المألوف في انتاجية الهياكل المعدنية المبدعة هي

---

(3) Architectural Technology up to the Scientific Revolution: The art and structure of large – scale building ", 1993.[29]

مركبات التراكب النانوي Nanotechnology التي تعد من أهم العلوم المتجددة الدارسة للعلاقة بين بنية المادة المعدنية الهندسية وخواصها التي انتشرت انتشار كبيرا نظرا لخواصها الميكانيكية مقارنة بوزنها المخفف حيث ان هذه المواد النانوية المتراكبة [4] دخلت كمواد هيكلية معدنية في عدد كبير من المجالات الهندسية (في البناء، مركبات الفضاء، الطائرات، والأجهزة الطبية، وغيرها. [18]

وتتكامل تكنلوجيا النانو مع التكنلوجيا الرقمية لتوليد نتاجات معمارية ذات مواد ذكية سواء على مستوى السطوح او المباني و تتصف بالإثارة الجمالية والابداع بسبب قابلية التحمل للإنتاج الشكلي المبدع وتحقيقها جوانب الاستدامة و توليد الطاقة [2]، حيث ان التقدم التكنولوجي في حقل مواد البناء الحديثة جعل لهذه المواد خصائص اكثر حظا مثل المرونة، سهولة التكوين، الصلابة، وجمالية المظهر، التي تتيح انتاج تصاميم ذات هياكل معدنية مبدعة بلا خوف من صعوبة التنفيذ، ومن الامثلة على ذلك مشروع HYDROGEN AIRSHIP" - HYDROGENASE في Shanghai, South China Sea تصميم Vincent Callebaut Architectures 2010 م ويتضح فيه كيف تم توظيف مادة الألمنيوم على شكل انابيب معاملة نانويا لتحقيق ابتكار هيكلي مرن ومبدع. [36]، وكما في الشكل (5)



شكل 5: يوضح مشروع - HYDROGEN AIRSHIP" في HYDROGENASE Shanghai, South China Sea [36]

6. استخلاص الاطار النظري والتطبيق العملي

في ضوء المحاور الثلاث السابقة امكن استخلاص الاطار النظري للبحث المتمثل بالجدول الذي سيتم تطبيقه على بعض المنشآت المعدنية في العمارة المعاصرة من اجل استكشاف الدور الذي تلعبه التكنولوجيا البنائية الحديثة في استظهار مكامن الابداع التي تظهر التعبيرية من خلالها والطريقة والكيفية التي تمكنها من هذا الاستظهار.

6.1 انتقاء العينات البحثية

تم اختيار المنشآت بالاستناد الى مصادر الشبكة الدولية للمعلومات Internet والكتب المعمارية الحديثة، مع الأخذ بالأعتبار الآتي:

- تضمن العينة معلومات كافية من وصف ومخططات
- ان تكون العينات معاصرة متمثلة بمشاريع مقترحة ونتاجات محفزة مبدعة دافعة نحو عمارة مستقبلية جديدة غير مألوفة
- ليس بالضرورة ان تكون العينات منفذة، بيد انها تمثل تحدي تصميمي وتنفيذي غير مسبوق
- وضوح هيمنة المعالجات للهيكل المعدني على النتاج الشكلي المعماري

6.2 جدول التطبيق العملي

سوف يتم تحليـل العينات وفق جدول التطبيق العملي. جدول (1).

([4]) المواد المتراكبة : هي تلك الفئة من المواد الهندسية التي تنتج عن طريق اضافة نسب وزنية او حجمية معينة من مادة او اكثر تعرف بالمواد الداعمة Rei " s الى المادة الأساس المعروفة باسم مادة القالب Matrix" "و تمتاز بانها مواد فريدة و خفيفة الوزن وذات مقاومة عالية و ذات مرونة تخليق شكلية عالية الجودة [18]

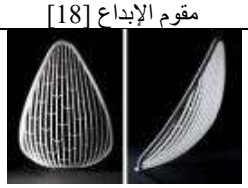
جدول 1: التطبيق العملي للدراسة: أختبار دور التكنولوجيا البنائية الحديثة، في ضوء مؤثراتها الثلاث؛ مواد البناء المعدنية، خصائص التكنولوجيا الرقمية، وخصائص الاستدامة، في تجسيد الابداع لامثلة مختلفة من المنشآت المعدنية. الباحثان

رقم العينة:	1		
اسم المشروع والموقع	ملعب البصرة الدولي - البصرة		
المصمم	مكتب (Architect 360)		
السنة	2012 م		
دور التكنولوجيا البنائية الحديثة في استظهار مكامن الابداع في المنشا المعدني	مواد البناء المعدنية	تم استخدام مادة الفولاذ في الهيكل المنشئي للملعب لإعطاء أجسام منحنية للهيكل المعدني للغلاف الخارجي، كما استخدم الفولاذ في العمود الفولاذي وغطاءه المعدني من التيتانيوم والذي يتقدمه ضن الهيكل الانشائي المعدني كما في الشكل (10) والشكل (11) [19].	
	خصائص التكنولوجيا الرقمية	تم استخدام التصميم الرقمي لاعداد الخطوط الرأسية والأفقية للهيكل المعدني، مما يعطيها منحنيات جذع النخلة ، وإنشاء نموذج لها ضمن بنية الواقع الافتراضي كما تم استخدام التكنولوجيا الرقمية في تجميع القطع المشفرة ميكانيكيًا أثناء التنفيذ وكما في الشكل (12) ، [10]	
	خصائص الاستدامة	يحقق الهيكل المعدني معالجة بيئية وبما يحويه من فراغات من عمل التهوية وتبديل التيار الهوائي ضمن الملعب بما يسمح بتلطيف الجو ضمن مناخ محافظة البصرة الحار والجاف، فضلا عن ماتحمله هذه المفردات المنشئية المعدنية من خصائص مستدامة من خلال استدامة مادتها البنائية المعدنية والتي تتميز بكونها اقتصادية وقابلة لاعادة التدوير كما ان تنفيذ الهيكل من مادة الفولاذ المصقولة يجعل المنشا يتميز بامكانيته المميزة في عكس حرارة أشعة الشمس من جهة ويسمح بدخول الضوء في النهار لتعزيز إنارة المكان عبر تصميم إبداعي مستدام، وتم ذلك بعمليات رقمية معقدة لتنفيذ المنشا جعل البناء اكثر اقتصادا بالمادة المعدنية، كما جعله اسرع وأبسط بشكل ملحوظ كما في الأشكال (10، (13). [19]	
مظاهر الابداع	تجسد الابداع في المبنى من خلال المنشا المعدني القشري الذي يحاكي جذع النخلة المصنعة من هيكل فولاذي يعطي المبنى تعبيرية مبدعة والمنشا يظهر التلاعب بالأطر التقليدية للهيكل الاعتيادي الكلاسيكي واعطاءه الطبيعة الشكلية المنحنية ذات الاعمدة المائلة والمغلفة بغطاء التيتانيوم الذي يحاكي الشناشيل البصرية والتي تعكس مقوم الإبداع [10]		
شكل 10.[19]	شكل 11.[19]	شكل 12.[10]	شكل 13.[10]
رقم العينة:	2		
اسم المشروع والموقع	مبنى اللوتس في ووجين في الصين		
المصمم	استوديو 505 مقره في ملبورن		
السنة	2013 م		

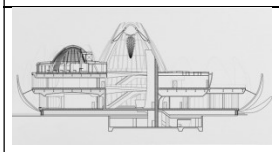
دور التكنولوجيا البنائية الحديثة في استظهار مكامن الابداع في المنشا المعدني	مواد البناء المعدنية	تم استخدام مادة الحديد المعدنية لإعطاء أجسام منحنية للهيكل المعدني ، كما استخدم الألمنيوم في الانهاءات الداخلية والخارجية كما في الشكل (14) والشكل (15) [18].
	خصائص التكنولوجيا الرقمية	تم استخدام التصميم الرقمي لاعداد الخطوط الرأسية والأفقية للهيكل المعدني، مما يعطيها منحنيات زهرة اللوتس ، وإنشاء نموذج لها ضمن بنية الواقع الافتراضي كما في الشكل (16) ، والاستخدام التكنولوجيا الرقمية في تجميع القطع المشفرة ميكانيكيًا أثناء التنفيذ. [37]
	خصائص الاستدامة	يحقق الهيكل المعدني معالجة بيئية تقلل من استهلاك الطاقة في تبريد وتدفئة المبنى بسبب البحيرة الاصطناعية المبنية فوق الهيكل حيث تمتد الأنابيب عبر الهيكل ثم إلى المياه التي تحيط بصالات الصالات وتساعد على التقليل الحرارة فيها في الصيف وتدفئتها في الشتاء وتساعد في التدفئة كذلك المدخنة الحرارية التي تمتد من اسفل الماء الى الجزء الوسطي من الزهرة كما في الشكل (14) والشكل (17) [37]
مظاهر الابداع		تبينت في توفر الابداع في المبنى من خلال المنشا المعدني القشري المتمثل باوراق بتلات زهرة اللوتس المصنعة من هيكل حديدي يعطي المبنى تعبيرية مبدعة والمنشا يظهر التلاعب بالأطر التقليدية للهيكل الاعتيادي الكلاسيكي واعطاءه الطبيعة الشكلية ذات الخطوط المنحنية والذي يعكس مقوم الإبداع [18]

شكل 14.[18]

شكل 15.[37]



شكل 16.[18]

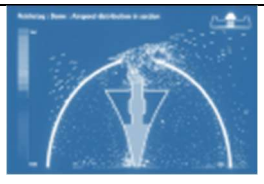


شكل 17.[18]

رقم العينة:	3
اسم المشروع والموقع	مبنى الرايخستاغ او مبنى البرلمان الألماني في المانيا
المصمم	نورمان فوستر
السنة	2004 م

دور التكنولوجيا البنائية الحديثة في استظهار مكامن الابداع في المنشا المعدني	مواد البناء المعدنية	استخدام مواد البناء المعدنية الحديثة وهي الفولاذ في الهيكل المعدني للقبة مما أعطى الهيكل سهولة في التشكيل وأصبح مثل الدرع الشمسي ، بالإضافة إلى المواد الذكية في النوافذ والخلايا الكهروضوئية كما في الشكل (18). [7]
	خصائص التكنولوجيا الرقمية	تم تطوير الهيكل المعدني للمبنى ضمن بيانات التكنولوجيا الرقمية الحديثة ، والتي أعطت بنية غير مسبوقة للقبة التي تشبه منحوتة خفيفة ، حيث تم استخدام النوافذ الذكية والخلايا الكهروضوئية ، ومحاكاة حاسوبية لتدفق الهواء في المخروط العاكس. كما تم عمل نظام التهوية في القبة كما في الشكل (19) [38].
	خصائص الاستدامة	يحقق الهيكل المعدني معالجة بيئية من خلال تقليل استهلاك الوقود الأحفوري وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون واستبدالها بالوقود الحيوي ، ساهمت الحلول البيئية المتمثلة في ضوء النهار والتهوية الطبيعية في تحقيق هذا الهدف من خلال الهيكل المعدني للقبة كما في الشكل (20) والشكل (21) [7].
مظاهر الابداع		تجسدت في اظهار الابداع في المنشا المعدني للقبة التي تحررت من محددات الوجود الكتلي، وتحقيق انفتاحية كاملة للقبة الزجاجية نحو الخارج، مع وجود فتحة غير مزججة في القمة مع مكملات أنشائية كالنوافذ الذكية وكذلك توفر الألواح الحديثة والهياكل الفولاذية المعدنية التي عبرت عن القيم الجمالية الجديدة المرتبطة بالتكنولوجية الحديثة [38]

شكل 18.[38]



شكل 19.[7]

شكل 20.[38]

شكل 21.[7]

رقم العينة:	4

اسم المشروع	مبنى The Bow في كالغاري القوس في كندا	
المصمم	نورمان فوستر وشركاه	
السنة	2012 م	

دور التكنولوجيا البنائية الحديثة في استظهار مكامن الابداع في المنشا المعدني	مواد البناء المعدنية	استخدام الحديد في المنشا المعدني الخارجي للمبنى ، وتم اختياره وفق مبدأ توافر هذه المادة في المنطقة المحلية ، حيث تشتهر مقاطعة (ألبرتا) بصناعة التعدين بما في ذلك الحديد ، وبالتالي يعمل لتقليل الطاقة المستهلكة في النقل مما يحقق اهدافا استدامية في ذات الوقت كما في الشكل (22) والشكل (23) [40]
	خصائص التكنولوجيا الرقمية	تم الاعتماد على التكنولوجيا الرقمية في اختيار الشكل المنحني للمبنى بعد إجراء العديد من الدراسات والأبحاث الرقمية ، والتي وفرت - الشكل الأكثر فعالية من حيث مقاومة الأحمال الجانبية - أفضل استخدام لمساحة الموقع - توفير أكبر عدد من المكاتب على المحيط الخارجي - إنشاء منطقة خارجية محمية - تقليل أحمال الرياح الجانبية وتقليل الضغط على الهيكل الإنشائي كما في الشكل (24) [1]
	خصائص الاستدامة	تكمن في مقاومة الرياح المتأصلة في اتجاه المبنى وفي كفاءة الشكل لمواجهة أحمال الرياح بكفاءتك ، واستخدام الشكل المنحني ليشمل أقل كمية من المواد بالإضافة إلى الشكل الأيروديناميكي الذي أدى إلى انخفاض كمية الحديد اللازمة لتدعيمها بنسبة (30٪) كما في الشكل (25). [40]
مظاهر الابداع	يعد المبنى"أفضل مبنى عالي في الأمريكتين " حسب برنامج الجوائز CTBUH 2013 فيمثل نموذج للتصميم المثالي الذي يتوفر فيه الابداع للمبنى وبما يحويه من منشا معدني كان الاكثر فعالية لمحددات الموقع واتخاذ الشكل المنحني المتميز ، والقرارات المتعلقة في مقاومة الاحمال الجانبية والانارة الطبيعية وتوفير الراحة الحرارية وتوفير فرصة للشاغلين للتفاعل مع المناظر الخارجية [1]	

شكل 22.[40]	شكل 23.[40]	شكل 24.[1]	شكل 25.[39]

6.3 تحليل نتائج التطبيق العملي

العينات التي تم انتقاءها هي اربع منشآت، واحدة منها محلية والثلاثة الاخرى اجنبية، وهذا يعكس حقيقة قلة الامثلة للمباني المحلية للعمارة المعدنية عموما، والمنفذة بتقنيات بنائية متقدمة على وجه الخصوص.
واتضح من التطبيق والاختبار العملي ان اكثر مقومات التكنولوجيا الحديثة تأثيرا في استظهار مكامن الابداع هي المواد البننائية المعدنية التي شكلت هيكل وقشرة المنشأ المعدني، والذي جسد التعبيرية بأوجهها المختلفة؛ الجمالية والرمزية فضلا عن الوظيفية. ويأتي المقومان؛ خصائص التكنولوجيا الرقمية، وخصائص الاستدامة، ثانيا وثالثا من حيث التأثير. اما مظاهر الابداع فقد تجلى معظمها في تعبيرية المنشأ المجسدة للجوانب الجمالية والرمزية.

7. الاستنتاجات

- تمثل التكنولوجيا السمة الأساسية المعبرة عن مقومات العصر لما تتصف به من استخدام وتطبيق للعلوم، وهنالك علاقة تاريخية بين التطورات في التكنولوجيا البنائية والعمارة خصوصا المنشات المعدنية باعتبارها من مكونات العمارة المهمة.

- تعد التكنولوجيا بمنظوماتها من اهم عوامل الإبداع والابتكار للإنسان بمختلف المجالات. لذا كانت العمارة من ابرز النتاجات المتأثرة بتلك التطورات، فقد اثرت التكنولوجيا البنائية الحديثة في قيم الابداع للتعبيرية المعمارية وأنتجت تداخلات بينهما لتفرز بالمحصلة أنماط تكوينية وتشكيلية جديدة تتسم بصفة الابداع.

- التكنولوجيا البنائية الحديثة تحمل مؤشرات تفصح عن كيفية التعامل مع المواد البنائية الحديثة او التقليدية، لكن بطرق حديثة، تصميميا وتنفيذيا وانتاجيا، وهي المعبرة عن الفكر المعماري وفقا لقواعد الانشاء.

- القطب الفكري للتكنولوجيا البنائية الحديثة يتضمن المرتكز المعرفي الذي يتكون من القاعدة الادراكية ،القاعدة المعلوماتية، والقاعدة اللغوية، والمرتكز المفاهيمي الذي يتكون من مجموعة القيم والمفاهيم التي تحكم الفعاليات التكنولوجية، اما القطب العملي فيتضمن المرتكز التقني والذي يتكون من القاعدة الانتاجية و القاعدة التنفيذية، والمرتكز المادي والذي يتكون من العناصر المنشئية والانشائية وعناصر المواد البنائية.

- المنشا المعدني هو الفكرة العامة المجردة التي تتضمن أجزاءاً مركبة تبعاً لمبدأ مقرر سلفاً في التغلب على القوى المؤثرة على المبنى، أي الموازنة المعينة بين القوى المؤثرة وشكل العنصر المنشئي المعدني، وعليه فالمنشأ هو فكرة ونمط جلي للموازنة بين القوة والشكل الظاهر.

- الإبداع هو قفزة ناتجة عن توظيف استراتيجيات تصميمية، وأغلب الصفات المعرفة لمفهوم الإبداع هي مرادفات التميز، ويقود الإبداع لكل ما هو جديد، ولكن ليس كل ما هو جديد معبرا عنه. وارتبط الإبداع بما يعرف بالنقلة النوعية اشارة الى كل ما هو غير مألوف وغامض وغريب وخلاق و سامي لكونه يحقق ما يعرف بالندرة النسبية.
- المنشا المعدني الذي يحمل صفة الابداع هو جوهر العمارة والقلب المكون لها الذي يكسبها الجانب التعبيري المجسد للمبنى بالإضافة الى الوظيفة الأساسية له المتمثلة بنقل الأحمال والاستقرار والاتزان. كما يمكن تحقيق عمارة يتجسد فيها الابداع من خلال تحقيق الابداع في المنشا المكون لها وان المنشا المعدني الذي يتحقق فيه صفة الابداع ناتج عمليات الإنشاء المعمارية القائمة على توظيف مواد معدنية واساليب انشائية، مظهرة لجوانب وظيفية ميكانيكية و جمالية ورمزية وبيئية و يقوم على تحديد الفضاءات المعمارية بالإضافة للأمان والحماية.

- التطور في التكنولوجيا البنائية الحديثة والذي بدأ كفكر تتوج بجانب تطبيقي كان على عدد من الأصعدة منها العمارة لاسيما في مجال المواد والأنشاء والتشييد في محاولة عكس الصورة المعمارية المقصودة من المصمم، مما أتاح توليد نتاجات منشئية تتسم بالابداع ومتفردة كون التكنولوجيا شجعت على تسهيل التعامل مع الاليات المولدة لمنشات تتسم بالغرابة والسمو و التميز والجدة العاكسة للمرونة الهيكلية بعيدا عن الصلابة الكلاسيكية.

- توجد علاقة بين المواد وخصائصها والمنشا المعدني من حيث ادائه و طبيعته الشكلية مما يقود الى نتاجات هيكلية شكلية كفوءة وظيفيا وان التطوير في المواد يقود الى تطوير شكل المنشا واعطاءه التعبيرية التي تتصف بالابداع.

- اتاحت التطورات في التكنولوجيا الرقمية الخاصة بالبرامج الحاسوبية انتاج منشات معدنية ذات تعبيرات متميزة تتصف بالابداع بفعل ما تتيحه من توفير العديد من البدائل التي تحقق مبدأ الجدة و السرعة في التصميم المنشئي.

- تحقيق منشات معدنية تتصف بالابداع لا يقف مانع دون تحقيقها لمبدأ التكيف مع البيئة و تحقيق الاستدامة، إذ من الممكن خلق بيئة منشئية هيكلية تؤدي وظيفة مبدعة الى جانب وظيفة أدائية أكثر ابداعا من خلال خلق بيئة مستدامة .

8. التوصيات

- ضرورة التوجه نحو استخدام التكنولوجيا البنائية الحديثة على المستوى التصميمي والتنفيذي لانتاج عمارة ذات منشات معدنية (للمميزات الكثيرة التي يتميز بها المنشات المعدنية والتي تم ذكرها في متن البحث) تتوفر فيها صفة الابداع والتعبير الشكلي المتميز.
- ضرورة توجيه البحوث والدراسات نحو الاهتمام بدراسة العمارة والمنشات المعدنية لكونها ضئيلة جدا في الواقع العملي والاكاديمي العراقي.
- ضرورة توجيه المكاتب الهندسية والوزارات والمؤسسات ذات الصلة للتعاطي مع اللمور التي تحقق التعبير الابداعي للمنشات المعدنية في العمارة التي يتم انشاؤها في الواقع المحلي.
- اهمية التركيز على التوجه نحو استخدام التكنولوجيا البنائية الحديثة في العمارة المحلية وعلى مستوى التصميم والتنفيذ لانتاج عمارة ذات منشات معدنية تتوفر فيها صفة الابداع والتعبير الشكلي المتميز خصوصا وان الواقع المحلي يفتقر الى هكذا مبادرة اذ ان العمارة المحلية تحوي منشات معدنية لكنها بسيطة على كافة اصعدتها الوظيفية، الجمالية، الرمزية، والمستدامة وبالتالي على مستوى التعبير والابداع الشكلي.

المصادر

[1] ابراهيم خليل عبد الجبار مصطفى، تكنولوجيا الابنية العالية وتحقيق الاستدامة ، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، قسم الهندسة المعمارية، جامعة بغداد ،ص117- ص122،2014.

[2] الاسكندراني، محمد، المركبات النانوية ... وتطبيقاتها في المركبات الفضائية والتقدم العلمي، ، ص18-33،2017.

[3] البديري، شمس عبد الامير، تشكيل الفراغ في العمارة الرقمية، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة التكنولوجية ، ص5،2020.

[4] التميمي، اسامة عبد المنعم، المنظومات التكنولوجية المتكاملة وتعبيرية العمارة، اطروحة دكتوراه، كلية الهندسة، قسم الهندسة المعمارية، جامعة بغداد ،2012.

[5] التميمي، اسامة عبد المنعم وانيس محسن محمد، ، المنظومات المنشئية في عمارة المراكز التجارية المحلية في العراق، بحث منشور، مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الهندسية، (2019) 26(2): 80–92،2019،ص81،2019.

[6] الديواني،هالة شمسي واسيل عبد الحليم لطيف ،"اثر تكنلوجيا المواد على استدامة االبنية", مجلة الهندسة ،العدد11، المجلد18، ص9-25 ،2012.

[7] العاني والديواني ، أسماء صادق عبد الكريم وهاله شمسي محمد ، القبة وثنائية الانفتاح والانغلاق رؤية تحليلية للجوانب الفكرية والمنشأية والبيئية، مجلة الإمارات للبحوث الهندسية، 21 -1 (1) 20، 2015.
[8] العلي والامام، خليل ابراهيم ومحمد وليد يوسف، التكنولوجيا كنظام تواصلي، بحث مقدم الى المؤتمر التكنولوجي الخامس، الجامعة التكنولوجية، ص127، 1999.
[9] الماجدي، باسم حسن هاشم، التكنولوجيا كآلية للتواصل في العمارة المعاصرة، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة التكنولوجية ،ص20-41 ،2004.
[10] المرشدي، سراج جبار كاظم، اثر التكنولوجيا الرقمية على الشكل المعماري المعاصر، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة التكنولوجية، 2017.
[11] المنوفي، احمد، استخدام الهياكل المعدنية في المباني متعددة الطوابق، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، قسم الهندسة المعمارية، جامعة دمشق ،2016.
[12] امام،هبه عبد المجيد محمد ، اثر التصميم المعماري و الانشائي في تطوير نظم المباني العالية، رسالة ماجستير، كلية الدراسات العليا ، جامعة السودان للعلوم و التكنو لوجيا، ص45 ،2015.
[13] جريو، حسن داخل ، تطور التقانة عبر العصور ، المجمع العلمي العراقي، دائرة المصطلحات والنشر والترجمة،ص16، 2006.
[14] حسين علي حسين، رمزية التكنولوجيا في العمارة، اطروحة دكتوراه، كلية الهندسة، قسم الهندسة المعمارية، جامعة السليمانية، ص18-24،2011.
[15] حمادي ،نور جاسم محمد، اثر التكنولوجيا على التحولات في بيئة النسيج الحضري ، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، قسم الهندسة المعمارية، جامعة النهرين ، ص2 وص2006،4.
[16] سارة صالح يوسف، جسور المشاة في الايديولوجية الحضرية المعاصرة ، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة التكنولوجية ،2021.
[17] سمارة، محمد : تصميم المنشآت الفولاذية، الطبعة الثانية، ص2003،1.
[18] شهد رعد ماجد، الهياكل المنشئية المبهرة في العمارة المعاصرة ، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة التكنولوجية،2018.
[19] علي سعيد مجيد، التكنولوجيا الرقمية وتطبيقاتها في الهياكل المنشأية العضوية، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، قسم الهندسة المعمارية، جامعة بغداد، 2015.
[20] قصي عبد الكريم مصطفى، أثر إمكانات المنشأ في التكوينات الفضائية للعمارة المعاصرة، اطروحة دكتوراه، كلية الهندسة، قسم الهندسة المعمارية، جامعة بغداد، ص20-28 ،2017.
[21] وتولد، ريبكزينسكي، ترويض النمر - الصراع من اجل السيطرة على التكنولوجيا، ترجمة: د.فافور عبد الرزاق: مراجعة فائز جعفر، دار الشوؤن الثقافية العامة، العراق، بغداد، ص1990،29 .

Refrences

[22] Addington, Michelle, "Functionality Rather than Good Intentions in Design", Journal of Architectural Design 67, P.64,2006.
[23] Ahlqvist, Toni, "Keys to Futures Societal Reflections on Developing Key Technologies and Their Impacts on Human Qualifications", Studies and Reports, Technology Department , Ministry of Trade and Industry, Helsinki, Finland, P.13 , 2003.
[24] Alexander, Christopher, "A Pattern Language, Center for environmental structure," California, P. VXIII, 1977.
[25] C.Jencks, The Architecture of the Jumping Universe, Academy Edition, First published in Great Britain in 1995, revised edition by Academy Edition, p. 115,1997.
[26] D.P.Billington, The Tower and Bridge ,The new Art of Structural engineering (Princeton University Press. Princeton New Jersey, p16,1985.
[27] Emmitt, Stephen, "Architectural Technology", Blackwell Science Ltd, U.K., P.5, 2002.
[28] Engel, Heino, Structure Systems, Deutsch Verlages-anstalt, Stuttgart 4th Edition, 1977 Engel, p:32,1977.
[29] G.Hartoonian, and F.Kenneth, Ontology of Construction: On Nihilism of Technology and Theories of Modern Architecture (Cambridge University Press; Revised ed. edition, United States of America, p 2-29, 1997.
[30] G. Martin, Technology ,Outsourcing and Transforming HR (1st ed.),United States of America, p.46-47,2008.
[31] R. Landa,. Advertising by design: Creating Visual Communications With Graphic Impact (1st edition, Canada, 2004).
[32] S.C.Dooley, The Development of Material-Adapted Structural Form, Ph.D. dissertation , Dept. Architecture. Eng., Switzerland,p.26-51, 2004.
[33] Sekler, Eduard F., Structure, Construction, Tectonics; Structure in Art and in science, Edited by Greogy keeps; Studio vista, London; p:89,1965.
[34] https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D9%82%D9%86%D9%8A%D8%A9_%D9%85%D8%B9%D9%85%D8%A7%D8%B1%D9%8A%D8%A9
[35] https://en.wikipedia.org/wiki/Milwaukee_ Art_ Museum
[36] https://www.dezeen.com/2010/05/07/hydrogenase-by-vincent-callebaut
[37] https://www.amusingplanet.com/2015/03/the-lotus-building-in-wujin-china.html
[38] https://www.google.com/search?q=%D9%82% D8%A8%D8%A9
[39] https://en.wikipedia.org/wiki/The_Bow_(skyscra_per)
[40] https://www.dezeen.com/2013/06/07/the-bow-by-foster-partners/

The role of modern building technology in the creation of metal structures

Anees Mohsin Mohammed [1,*], **and** ***Kadhim Faris Dhumad*** [2]

[1] *Department of Architecture, University of Baghdad, Iraq,* a.mohammed1304d@coeng.uobaghdad.edu.iq

[2] *Department of Architecture, University of Baghdad, Iraq,* kadhim.f@coeng.uobaghdad.edu.iq

* *Anees Mohsin Mohammed,* a.mohammed1304d@coeng.uobaghdad.edu.iq

Published online: 31 March 2023

Abstract— Technology is one of the most important means that enabled man to create and innovate in various fields, and architecture is considered one of the most prominent human products affected by technology, especially its type related to the field of building. As there is a historical relationship between developments in building technology and architecture, represented by its material production and structures, which are the essence of architecture and the material medium that reflects creativity in it. Modern building technology has affected the creativity values of the structures, especially the metallic ones, because of the many advantages that metals have, and accordingly it became necessary to study this mutually influencing relationship between modern building technology and creativity in the metallic structures and with all the great developments and transformations it has endured in structural technology. And its reflections, on the other hand, on the formative and plastic reality that characterized contemporary architecture After analyzing many related studies, the research problem, represented by the absence of an in-depth view of the role of modern building technology in achieving the factors of creativity in the metallic structures and in both the contemporary design and implementation effectiveness, as the focus was often on one of the two sides of the relationship; Either the building technology, or the factors of creativity in the structures, especially in the studies concerned with the subject of contemporary architecture. Accordingly, the objective of the study was set, represented by identifying the capabilities of modern building technology in showing creativity in the form and content of metallic structures, and to deal with the problem of the study and achieve its objective. , which has the potential to show creativity in the form and content of metallic structures, at the design and implementation levels The theoretical framework of the research included four main axes; The first axis dealt with the concepts and definitions of modern building technology and metallic structures. The second axis clarified the concept of creativity and its projections in metallic structures. As for the third axis, it dealt with how creativity is embodied in metallic structures through the three elements of technology. Firstly, it is represented by the characteristics of digital technology, which is one of the most important and widespread types of modern building technology, secondly in the light of the general sustainable components of technology, and thirdly by the characteristics of modern metallic building materials. As for the fourth and final axis, it represents the extraction of the theoretical framework for the research in the light of a table that can be applied practically to some global examples in order to explore the creative feature played by modern structural technology in the metallic structures of contemporary architecture. The research concluded with the conclusions of the study and its most important recommendations.

Keywords— Modern building technology, digital technology, metal structures, creativity.