الجماليات الرمزية في أنظمة المنشآت الفولاذية

د. أسامة عبد المنعم خريبط/ مدرس
جامعة بغداد/ كلية الهندسة / قسم الهندسة المعمارية
eng_usama_oat@yahoo.com

الخلاصة

يعد التعبير الجمالي وأنساقه ضروري في صياغة الأنظمة الإنشائية ومنها الفولاذية. فالهياكل الفولاذية هي تجميع لعناصر منشئية وتكون فيها المركبات ذات أبعاد قياسية محددة فهي منشآت مسبقة الصنع. حيث إن أنظمة الإنشاء الفولاذي لا تهدف فقط إلى تحقيق مضامين وظيفية للمستخدم، وإنما لابد لها أيضاً من جماليات رمزية توفر تعبيراً بصريًا وإدراكياً للمشاهد. ومن هذا المنطلق يوّلي البحث اهتمامًا بجماليات التعبير في تلك الأنظمة ويبرز أهميتها بصفتها نصوصًا إنشائية تُصاغ بلهجات تعبيرية متميزة. فالمفردات البصرية المرتبطة مع المنشآت الفولاذية تحتوي بعضاً من أقوى النماذج المميزة للعمارة الحديثة فالهياكل الفولاذية ذات الأكساء الزجاجي والرشاقة ودقة الضبط في صناعة المركبات المنشئية كعناصر بصرية والأعجاب الإنشائي الواضح في أشكال الفضاءات ذات البحور الكبيرة المتفردة أو في المباني ذات الارتفاعات الشاهقة تكون أشكالاً مختلفة في التعبير والتأثير. لذلك يركز البحث في دراسة تلك الأنساق التعبيرية والمرتبطة بخصائص الأنشاء الفولاذي بما في ذلك من مميزات تلك الأنظمة على مستوى القوة والمتانة والمرونة والاقتصاد فضلاً عن الجوانب الجمالية والتعبيرية لها. **وعليه تكمن المشكلة البحثية في القصور المعرفي في جوانب دراسة النظام الإنشائي الفولاذي من نواحي سماته البنائية وأنساقه التعبيرية وسماته الجمالية**، وكيف التعاطي معها على أنها لغة تحمل رموز ومعانّ ولها لهجات إنشائية واضحة. بكونها افضل السبّل لجعل تلك الأنظمة وسيلة اتصال بالمتلقي وذلك انطلاقًا من فرضية أنّ استخدام التعبير الرمزي في الصيغ الإنشاء الفولاذي يزيد من قيمتها الجمالية. **أما الهدف البحثي فيكمن في الوصول إلى ابرز الأنساق التعبيرية وأبجديتها الإنشائية من خلال تحليل آليات التعبير وجماليات الإنشاء الفولاذي.**

الكلمات المفتاحية: المنشأ الفولاذي، المفردات البصرية، الأعجاب الإنشائي، القوة، المرونة، التكتونية، الأنساق التعبيرية.

Symbolic aesthetics in steel structural systems

Dr. Usama Abdul-Mun'em Khuraibet / Instructor
Baghdad University/college of engineering/ Architectural department
eng_usama_oat@yahoo.com

ABSTRACT

The aesthetic expression and its orders are important for steel structures forming. Steel structures are a compilation of structural elements, where its shapes have standard dimensions and pre-fabricated. As the steel construction systems not only aim to achieve the functional requirements for users, but must also have the symbolic aesthetics which provides visually and cognitive expression for viewers. In this sense the research interested in expressional aesthetics in these systems and highlights the importance of attention as structural items. Therefore the visual items which related with steel structures contain some of the most powerful forms of modern architecture, steel structures with a glass cladding, agility and accuracy in manufacture of structural elements as visual items, structural interest in the forms of spaces which have long span systems or in high buildings are different forms of expression and influence. So the research focuses on the study of those expressive patterns related with the steel construction properties, including

the advantages of these systems at the level of strength and firmness, flexibility and economy as well as aesthetic and expression. Accordingly, the research problem concentrated on educational shortage in the study of the structural steel system aspects concerning constructional characteristic, expressive and aesthetic features, and how to deal with them as a language bearing the symbols and meanings which have clear structural style, because it the best ways to make those systems as communication means with users, by premise that the use of expressional symbol in steel construction increases the aesthetic value. Therefore the research aims to reveal the most structural and expressive patterns by analysis the expressional means and steel structural aesthetics.

Key words: steel structure, visual items, structural interest, strength, flexibility, Tectonic, expressional patterns.

المقدمة

تعد علاقة الإنشاء بالعمارة علاقة أساسية منذ بدء التفكير في أول منشأ معماري على الأرض، حيث يمثل الإنشاء الجانب المادي في العمارة، فهو العامل المهم الذى يساعد في نقل الفكر المعماري من حالة الخيال إلى حالة التحقق. ولقد تقدمت تكنولوجيا البناء بدءاً من استخدام المواد والوسائل والنظم وتطوراتها في البناء حتى أن وصلت إلى مفهوم المباني العصرية الذى نعيشه في عالمنا هذا وما يتمتع به من منظر جمالي ونوعية تحمل عالية وسرعة في الأنشاء وتكلفة منخفضة وابتكار. فاليوم أكثر من أي وقت مضى يركز المعماريون (وبدرجات متفاوتة) على أهمية المعرفة الإنشائية في ضوء التطور السريع لتقنيات الإنشاء، ولكن الإلمام بهذه المعرفة يتطلب جهداً كبيراً وقدرة على فهم التطور الحاصل وآلية عمل الجمل الإنشائية ومتطلباتها، ومدى تأثير هذه المتطلبات في الحل المعماري ومحاولة الاستفادة منها وتوظيفها معمارياً بشكل صحيح. وهذا ما برّز أهمية المنشآت الفولاذية كونها إحدى مخرجات تطورات الصناعة البنائية، حيث تساعد التكنولوجيا الحديثة على توسيع مدى الإبداع في تصميم أشكال متنوعة من المباني من خلال توسيع الخيارات المادية والشكلية أمام المصمم.

فالأنظمة الإنشائية عامةً "والفولاذية على وجه الخصوص" لا تهدف فقط إلى تحقيق مضامين وظيفية للمستخدم، وإنما لابد لها أيضاً من جماليات رمزية توفر استمتاعًا بصريًا وإدراكياً للمشاهد الذي يراها، من منطلق أن أنظمة الإنشاء الخفيف لا تُستخدم فقط وإنما تعرض أيضًا، كوُنها تعبير مادي عن أطر ثقافية وتحوّلات تّقنية تجسّد الواقع وتوحي بالمستقبل، وعليه فإن تلك الأنظمة لا تهدف إلى تحقيق مضامين وظيفية للمستخدم فقط، وإّنما لابد لها من رموز تعبيرية توفر الاستمتاع البصري والإدراكي، وتكون وسيلة للتلاقي والتواصل معه. ويتحقق ذلك عند إكساب تلك النظم تأثيرات جمالية ومقاربات رمزية ُتقدم في لغة تصميمية تتضمن صياغات بنائية تعبّر عن القوة والرشاقة، ومعالجات فراغية تؤكد على التواصل والانكشاف، وعلاقات إنشائية دينامية تجمع بين الصرامة والحيوية. ومن هنا يهتم البحث بتلك التأثيرات والمقاربات كأحد أدوات المصمم للارتقاء بالصور التعبيرية للعمارة، كونها عناصر مرنة تتيح له الانتقال من صياغة كتل رتيبة إلى إبداع أشكال إنشائية تحمل قيم ومعاني، وبصفتها وسائل متنوعة لجذب المتلقي والتأثير فيه وتلبية احتياجاته الفكرية والمعنوية. وبالتالي يوّلي البحث اهتمامًا بجماليات التعبير في الصيّغ البنائية للأنظمة الفولاذية، مما يبرز الأهمية في دراسة تلك الأنساق التعبيرية والمرتبطة بخصائص المنشآت الفولاذية بما في ذلك من مميزات القوة والمتانة والمرونة والاقتصاد فضلاً عن الجوانب الجمالية والتعبيرية.

1: المفردات المنشئية:

تعد المفردات المنشئية بشكل عام أحدى الجوانب الرئيسية في التشكيل والتكوين, وتهدف إلى توفير الإطار المادي الذي يحتوي الأنشطة بحيث يحقق الأمان والمرونة ويكون اقتصادياً في تكلفته ولا يعوق تأدية الأنشطة ويتناسب معها.

ويجب أن يتميز المنشأ بالثبات والاتزان المادي, بحيث يتوافق مع مبادئ الطبيعة حيث أن ظاهرة العمارة ما هي إلا جزء من الطبيعة وتخضع لقواعدها وان هذا يتحقق عندما يتبع المنشأ مبادئ الجاذبية والاتزان.

1-1: عناصر المفردات المنشئية:

تتكون المفردات المنشئية في التشكيل من شقين أساسيين هما:

أ. مواد البناء Materials.

ب. الطرق والوسائل Processes and means.

ج. النظم المنشئية Structural systems

1-2: المفردات المنشئية والتشكيل:

لقد أدى التطور التكنولوجي الحاصل في مواد وأنظمة المنشأ إلى أن أصبح المنشأ أداة للتعبير المعماري بدلاً من كونه عائقاً ومحدداً لعناصر الإبداع.

وبالتالي تعاظم الدور المنشئي في العملية الإبداعية والرمزية في العمارة. حيث تتميز المفردات المنشئية في التشكيل بان لها شق رمزي.

وعليه تتكون المفردات المنشئية في التشكيل والتكوين البصري من شقين: [سلام المصري،2006].

– **مادي :** خاص بمواد البناء وأنظمة البناء والتشكيل: و هو يقترن بمجالي العلم والصناعة فيأخذ عنها المواد والتقنيات الحديثة وهو في هذا الشق يخاطب المستوى العقلي للإنسان.

– **رمزي** : خاص بالمعتقدات، فيخاطب المستوى الروحي للإنسان من خلال تعبيره عن المعتقدات والشعائر الخاصة بالمجتمع عبر العملية البنائية.

2: أثر تطورات المواد الإنشائية في العمارة:

تعد مواد البناء من العناصر المهمة التي تؤثر على طابع العمارة في أي عصر من العصور، ولقد لعبت مواد البناء هذا الدور منذ نشأة الإنسان على سطح الأرض، حيث شكلت أفرع النباتات والأخشاب والطين والأحجار، مواد البناء الأساسية التي استطاع بها الإنسان أن يحقق لنفسه المأوى اللازم للحماية من تقلبات البيئة والحيوانات المفترسة وأعدائه من بنى البشر.

ومع تطور إمكانيات مواد البناء التقليدية وزيادة المعرفة بخصائصها وإمكانياتها الإنشائية والمعمارية بجانب العوامل الأخرى المؤثرة (مثل النواحي السياسية والاجتماعية والاقتصادية) تطورت العمارة عبر الحضارات والعصور المختلفة، بل وانتقلت عملية البناء انتقالات واضحة من خلال صيغ معمارية وهيئات جديدة عبرت عن الإمكانيات التي أتيحت في ذلك العصر، فالمتتبع للعمارة في مختلف العصور يستطيع أن يلمس التطور الذي حدث في عملية التصميم المعماري للمباني المختلفة وذلك نتيجة للتطور الذى حدث في المفاهيم التصميمية لتناول المشكلات المعمارية، وبالتالي إيجاد الحلول المعمارية المناسبة لها، والتي مثلت في مجملها تغييراً كبيرًا في طبيعة التصميم المعماري للفضاءات الداخلية، وكذا العلاقة بين هذه الفراغات وبعضها وبينها وبين الفراغ الخارجي، وأيضًا التطور الذى حدث في الهيئات الخارجية للمباني سواء في الارتفاعات أو في التشكيل المعماري لعناصر المبنى أو هيئة المبنى في مجملها.

بالتالي أوجدت مواد البناء الحديثة مفردات جديدة في مجال التصميم والتشكيل المعماري.

وقد تميزت هذه اللغة بمفردات عديدة من أهمها الفراغ الناتئ، والمسطحات الزجاجية الكبيرة (ظاهرة الشفافية)، والتشكيلات الحرة والمتنوعة في الواجهات الخارجية، واستخدام العناصر الإنشائية للمبنى في عملية التشكيل الخارجي بجانب وظيفتها الإنشائية. [Macdonald, 1997, P: 27].

3: المادة البنائية والأثر المنشئي:

تعتمد الكفاءة المنشئية والأداء المنشئي بصورة كبيرة على طبيعة المادة المنشئية المختارة وخصائصها خاصة ما يتعلق بقدرتها عل تحمل الإجهادات وادائيتها المنشئية.

فتلك الطبيعة والخواص الفيزياوية للمواد المنشئية كان لها الدور الكبير في اختيار النظم المنشئية المناسبة، حيث أن اختيار المادة المناسبة لنظام المنشأ تعد من أهم المتطلبات لذلك النظام للوصول للكفاءة المنشئية المطلوبة.

وبالتالي فالمادة بكل ما تحمله من خصائص وإمكانيات من نواحي (الشكل والإسناد والطبيعة الفيزياوية) تؤثر وبدرجة كبيرة على السلوك الإنشائي وعلى الشكل الناتج للمبنى، كما إن للنظام المنشئي الدور الكبير والبارز في اختيار وانتخاب المواد المنشئية التي تتلاءم وتلك المتطلبات أو المحددات وهذا يدل بالنتيجة إلى أن العلاقة بين النظام المنشئي والمادة البنائية متبادلة التأثير، وقد ساهم التطور في إمكانيات وأدائيات المادة في تبني الكثير من الأفكار الجديدة على مستوى المنشأ والتي كان من الصعب تنفيذها بوقت سابق. الشكل(1). [Trebilcock, 2004, P:32].

4: الرموز التعبيرية للعناصر الإنشائية:

يدرك الشكل بالإدراك العقلي عن طريق الحواس، لذلك يضم الشكل معاني عدة: منها حسّية لتمييز مضمون البناء ومعاني بنائية للتعرف على الترابط والتناسب بين أجزائه، وعن ضرورة تضمّن الصيّغ الإنشائية لمعاني، حيث أكد "رأفت" أنه لا يوجد شكل دون معنى يحسّ به، ولا توجد معاني ورموز دون شكل يحملها ويعبّر عنها. وذهب Schiller إلى أنه لا يوجد شكل بغير مادة تمنحه الواقعية، ولا ماده بدون شكل يضفي عليها المعنى ويهبها الهوية والثبات. واعتبر Vischer الإنشاء فن إيحائي يُعنى بالتعبير بواسطة الأشكال عن مضمون أمثل لفكرة محدده عن طريق تجسيدها في ماده ما، بغية تحويل المادي إلى لا مادي[علي رأفت،1997، ص:215]. ورغم ثبات الخواص الهندسية لكل شكل إلا انه لا يمكن تلمس هذا الثبات بالنسبة لما توحي به الأشكال، إذ أن الإيحاء الذي ينبثق من الشكل دائمًا ما يرتبط بالمضمون المحدد له، ويزيد هذا الإيحاء بطريقة معالجة أبعاده ووضعه في الفراغ وترابط عناصره. ويمكن توضيح بعض تلك الرموز، لاحظ مخطط (1).

4-1: الرموز التعبيرية لعناصر الإنشاء الخطية:

لا تكتسب العناصر الخطية أهميتها إلا من خلال صيّغ شكلية تحتويها، فالخط المستقيم أكثر استخدامًا في أنظمة الإنشاء ويوحي بالقوة والتعدد والاستمرارية، والمتجه لأعلى يوحي بالمرح والشموخ، أما المتجه للأسفل فيوحي بالحزن والانكسار، والأفقي يوحي بالخمول والراسي بالاتزان، والمائل حسب طوله واتجاهه يوحي بالحركة والاندفاع والمقاومة، والخط المنكسر حسب زوايا الكسر يتحدد طبيعة الإيحاء سواء بالحدة، الاتجاه، الحركة، القبول، والخط المنحني يعطي إحساساً بالليونة والحيوية وعند اتصاله بخط مستقيم يهدئ من صلابته وحدّته. [أحمد المهندس،2012].

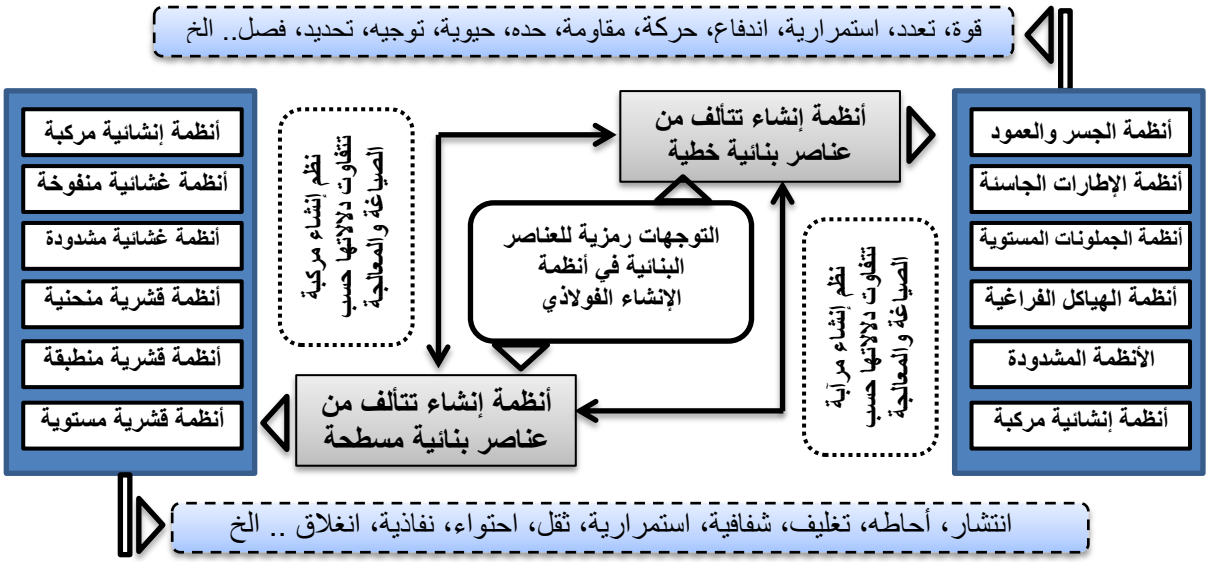
4-2:الرموز التعبيرية لعناصر الإنشاء المستوية:

تختلف التعبيرات الرمزية لعناصر التغطية والاحتواء في المنشأ الفولاذي تبعاً لتحولاتها الشكلية، فالمنتظمة توحي بالإشعاع والانتشار والثبات المادي، وقد توحي بالديناميكية والإنضغاط إذا استطال احد محاورها، والمائلة توحي

بالحركة الصاعدة أو الهابطة تبعًا لمركز الرؤية، أما التغطيات أحادية أو ثنائيه الانحناء فتوحي بالاحتواء التغليف الخفة والاستمرارية، كما تعطي تماثلات السطوح في اللون الموضع والشكل إيحاءاً بالتقدم أو بالتراجع في جهات عده، وتعكس مادة الأسطح ودرجة شفافيتها دلالات معينة كالتواصل، الوضوح، الانغلاق. شكل (2).

4-3: الرموز التعبيرية للتكوينات الإنشائية:

توحي الأنظمة المقببة بالتغليف، أما الأسطوانية فتوحي بالمرونة والثبات، وتوحي الهرمية منها بالاندفاع، الاستقرار والصعود، والأنظمة ذات الأشكال الحلزونية تُوحي بالحركة، الليونة والاستمرارية، والأنظمة المركبة توحي بدلالات مختلطة: تبدأ بالسكون، الحركة، الثقل والخفة، والأنظمة الانسيابية لها ميزه فسيولوجية حيث تتطلب العين في استيعابها مجهودا أقل عن تلك التي تتسم بالصرامة الهندسية وتحتاج لانتقالات مفاجئة عند أركانها. والأنظمة التي



مخطط (1) التوجهات الرمزية للعناصر البنائية [خطية، مسطحة، مركبة] لأنظمة الإنشاء الفولاذي (الباحث)

تنتقل فيها الأحمال راسيًا توحي بالسكون والاستاتيكية، والأنظمة ذات الانتقال المائل للأحمال توحي بالحركة والمرونة، مع ملاحظة أن الاتزان المادي لأي نظام معدني لا يمنع من الإحساس بالديناميكية. وعادة ما يكون للإبهار دلالات رمزية، فالأنظمة الناتئة (Cantilevered) تحقق إبهاراً إنشائياً وشكلياً وتوحي بالاستمرارية، كما تتيح إبهاراً في البحور والعروض والارتفاعات وتوحي بالخفة، وتحقق الأنظمة الفراغية إبهاراً عدديًا في الوحدات البنائية المتشابكة وتوحي بالتداخل والتعقيد. [Allsopp, 1971, P:33].

5: المنشآت الفولاذية:

تعد الهياكل الإنشائية الفولاذية بشكل عام من أكثر الجوانب الإنشائية استخداماً، فقلما نرى في العمارة الحديثة بناء يخلو من استخدام هياكل إنشائية فولاذية رئيسية كانت أو مشتركة مع أنظمة أخرى، استخدمت في إنشاء الواجهات الزجاجية ومظلات الدخول وفي تغطية الأبنية ذات البحور الكبيرة.

حيث تعد المنشآت الفولاذية من المنشآت الخفيفة، والفولاذ هو مادة تمتلك خواصاً منشئية ممتازة كالمتانة وعالية في الشد والانضغاط. لذلك يستطيع مقاومة الإنحناء والقوى المحورية بصورة متساوية. وهو من أقوى المواد المعروفة بصورة عامة لذلك يستخدم لإنشاء المباني ذات الفضاءات والبحور الطويلة ويستخدم بصورة شائعة للمبنى ذي الهيكل المعتدل في البحر في تشكيلات متنوعة. كما إن أنظمة الإنشاء الفولاذي لا تهدف فقط إلى تحقيق مضامين وظيفية

للمستخدم، وإنما لابد لها أيضًا من جماليات رمزية توفر استمتاعًا بصريًا وإدراكيًا للمشاهد الذي يراها. [Trebilcock, 2004, P:34].

1-5: التطور التاريخي في استخدام الفولاذ:

شُيد أول هيكل فولاذي سنة (1903–1906) في بريطانيا بدون جدران خارجية حاملة وهو المبنى الفندقي (Ritz). ويقال بأن السبب في عدم إستخدام الواجهة الحجرية كان في عدم التعرض لأي حمل زائد في المبنى. حيث أعطى المبنى معارضة للتقليد المعماري في إنكلترا في ذلك الوقت, لأنه من الصعب التخيل بان مبنى ذا مظهر غير كلاسيكي يبنى في موقع بارز في لندن [Macdonald, 1997, P: 30]، الارتقاء في إستخدام الفولاذ من شكل الهيكل ذي الأسناد المطلق إلى حالة المساهمة الجدية في الجماليات المتعلقة بالمبنى كان قد تحقق من قبل المحدثين المعماريين في بداية القرن العشرين حيث وجدوا المادة مثيرة في الحقبة بين 1920–1930 وكانوا حريصين على إبتكار مفردات معمارية جديدة للعالم الحديث ذي الصناعة والتكنولوجيا وهذا من وجهة نظرهم. توحدت تكنولوجيا الهياكل الفولاذية مع الجماليات المعمارية في الحقبة بين عام 1920–1930 بطريقتين مفصولتين هما: **الأولى** ترجع إلى تطور المبنى ذي الأكساء الزجاجي **والثانية** الميل نحو الاستخدام الواضح للعناصر المنشئية لتشكل جزءاً من المفردات البصرية الحديثة. [Allsopp, 1971, P:24].

ومن المصادر البصرية لمفردات عمارة الفولاذ والزجاج كانت الهياكل الحديدية للورش والمصانع ومحطات القطار للقرن التاسع عشر تلك المباني التي أهملت بصورة كبيرة في وقتها من قبل المعماريين ولكنها في نفس الوقت كانت تتجه لتحقيق تأثير كبير على المفردات البصرية في حداثة القرن العشرين. [Allsopp, 1971, P:42].

والمثال المعروف كان مخزن القوارب في إنكلترا (66–1858) الذي ظهرت فيه هيئات القرن العشرين الحديث وهو من الأمثلة السباقة، ولكن الأنواع الأخرى للمباني الصناعية وخصوصاً محطة القطار في (Termini) كانت أيضاً مهمة. هذا التقليد بإستخدام الهياكل الفولاذية للمباني وصل إلى ذروته في "القصر البلوري" في لندن والذي بُني لغرض إقامة المعرض الكبير 1851 حيث كان مبنى ضخم من الزجاج والحديد من الناحية البصرية وترك تأثيراً على عمارة القرن العشرين، كانت المباني الفولاذية في الحقيقة تحتوي على عدد من السلبيات التقنية منها العزل الحراري والعزل الصوتي للجدران الخارجية والمتانة القليلة في الربط بين الألواح المفردة للزجاج في القشرات الشفافة والتي كانت تمثل مشكلة كبيرة. أما التحول الكبير فكان نحو كشف الهيكل الفولاذي لأسباب تعبيرية والذي مثّل واحداً من الأساليب المفضلة لما يسمى عمارة التقنيات العالية (Hi-tech) (1970 –1980)، هذه المباني كانت ذات هيكل فولاذي ذو أكساء زجاجي مثيرة بصرياً وتعبر عن خيال متميز لمعمار نهاية القرن العشرين. ومن المشكلات المرتبطة بكشف الهيكل الفولاذي هي تلك المرتبطة بالإدامة والصيانة للمنشأ والحماية من الحريق والذي يبرز جليّاً في المباني المتعددة الطوابق [Macdonald, 1997, P:49]. وهذا سبب كشف المنشآت الفولاذية ذات الطابق المفرد وهناك إستثناء وهو "بومبيدو سنتر" في باريس الذي فيه نظام الحماية من الحريق متوفر لضمان الهيكل الفولاذي المكشوف على الجدران الخارجية للمبنى يحقق الحماية المطلوبة من النار. جميع الهياكل الفولاذية في الداخل مغطاة بمادة عازلة وتكون غير مكشوفة وغير مرئية.

وظهرت في نهاية القرن العشرين أفكار التفكيكية في العمارة التي قادت إلى التوسع في استخدام الزجاج والفولاذ في المباني فالمتانة العالية للفولاذ في مقاومة الشد والانضغاط جعلته قادراً على تحقيق عناصر ذات أشكال حرة قدر الإمكان. [Macdonald, 1997, P:49].

2-5:إيجابيات إستخدام مادة الفولاذ في المنشآت:

هنالك مجموعة من الإيجابيات المستخلصة من استخدام مادة الفولاذ في الهياكل الإنشائية للمباني منها:

- **القوة (Strength):** القوة العالية للفولاذ ونسبة الوزن إلى العمق المنخفضة تجعله مناسباً للاستخدام في هياكل المنشآت ذات الطابق المفرد والمتعدد الطوابق ولحدود كبيرة من المباني ذات البحور المختلفة فضلاً عن الحرية في تحديدات الجدران الحاملة في التخطيط الداخلي والخارجي للمبنى. أما بالنسبة لعلاقة القوة بالوزن (Ratio of strength to weight) فالهياكل الفولاذية تكون أخف من الهياكل الخرسانية ذات المتانة المشابهة خصوصاً أذا أستخدمت أنواع كفوءة من العناصر.
- **السيطرة على النوعية (Quality Control):** يصنع الفولاذ تحت حالات صارمة من السيطرة النوعية وخواصه يمكن أن تكون مع محددات خاصة جداً. وهذا يساعد على إحتساب عوامل أمان قليلة في حسابات التصميم الإنشائي وهذا سبب أضافي لتكون العناصر المنشئية رشيقة وخفيفة. [Macdonald, 1997, P: 52].
- **المظهر الخاص بالفولاذ (Appearance of Steel):** ويعود ذلك للسيطرة النوعية الجيدة التي تحصل خلال عملية تصنيعه والى الطرق المستخدمة في تشكيله النهائي ولعناصره فالمنشأ النهائي يكون ذا مظهر مميز يعبر عن العناصر الرشيقة والسطوح الملساء ذات الحافات الحادة المستقيمة.
- **التصنيع المسبق للفولاذ (Prefabrication):** تمثل المنشآت الفولاذية تجميعاً لمركبات مسبقة الصنع والتي تنتج خارج الموقع وهذا يسمح بأن تكون أبعادها والنوعية العامة تحت سيطرة دقيقة وتساعد بالنتيجة في الأنشاء السريع للمنشأ في الموقع وحتى في المواقع الصعبة. [Macdonald, 1997, P: 53].

ومن الإيجابيات الأخرى للإنشاء الفولاذي:

(جمال الشكل– كفاءة الأداء– قلة التكاليف– فضاءات واسعة دون إسناد– إمكانية زيادة كبيرة في أحمال الأرضية– إمكانية الارتفاع شاقولياً إلى مسافات كبيرة– سهولة التركيب وبالتالي توفير زمن الإنجاز– يمكن أن يكون السقف مؤقتاً وعندئذ يستفاد بفكه ونقله إلى مكان آخر)

3-5: السلبيات المرافقة لإستخدام الفولاذ:

- **صعوبة التشكيل (Intractability):** الفولاذ مادة قوية جداً من الصعب العمل به وتشكيله في أشكال صلبة وهذا له عدد من التبعات أنه يعني أن في أغلب هياكل الفولاذ المصممة, من الضروري تخصيص العناصر من أبعاد قياسية للمركبات التي تنتج من الفولاذ المصنع وتحقيق أقل عدد ممكن من التحويرات لهذه المقاطع القياسية. أنتاج مقاطع فولاذية حسب التصميم المعين أو الهندسيات ذات الخطوط المنحنية تكون صعبة ومكلفة فإستخدام الهيكل الفولاذي في مثل هذه الحالات سوف يفرض تحديدات على الشكل النهائي للمنشآت. [M. Schupack, 1958, P: 52].
- **مقاومة الفولاذ للحريق (Steel Performance in Fire):**

يفقد الفولاذ قابليته لحمل الأثقال في درجة حرارة عالية نسبياً فهذا يعني بأن الفولاذ لا يحترق ولكن سوف يتهاوى في النار أذا لم يحفظ في حدود حرارية معتدلة وهذا عادة يحقق بحماية الهيكل الفولاذي بطبقات مناسبة من عوازل مقاومة النار ولكن عادة تستخدم طرق أكثر تعقيداً مثل أنظمة المياه الباردة. المادة الواقية من النار وبصورة تقليدية هي الخرسانة، فعناصر الهيكل الفولاذي تغطي ببساطة بالخرسانة. [Macdonald, 1997, P: 55].

6: التعامل مع الصيّغ الإنشائية الفولاذية كلغة بنائية:

اللغة نظام من العلامات المنتظمة تقوم بوظيفة اتصالية تؤمّن تبادل المعلومات، والعلامة هي التعبير المادي للظواهر والمفاهيم المستخدمة في عملية التبادل. فضلاً عن كونها نظام تفاعلي للتعبير عن أفكار مستخدميها من خلال رموز وإشارات، حيث تعمل كوسيط للتواصل بين الأفراد ووسيلة لنقل الأفكار بعد اختزالها في رموز، وبالتالي يصبح التعبير بأبجديات الشكل لغة إذا ما تحقق الهدف في نقل الأفكار إلى الآخرين. ووفقًا لنظرية التمثيل اللغوي Linguistic Analogy تشبه العمارة اللغة بشكل عرضي أو رئيسي وذلك لأنها تتشارك في كل أو بعض السمات الجوهرية التي تصنع اللغة خاصة تلك التي لا يستغني عنها. [Scruton, 1979, p:160]. فالوظيفة تقابل المعنى والهيكل يقابل التركيب والجمال يقابل البلاغة وهكذا. مخطط (2).

مخطط (2) توجهات لغة للتواصل بين المصمم والمتلقي (الباحث)

ومن منطلق أن الكلمة هي رمز لمعنى خلفها وأنها تمثل مفرده البناء لأي نصّ، فإن التعاطي مع أنظمة الإنشاء الفولاذي كّلغة بنائية تتيح لمن أدرك أبجديتها قراءتها وفهم معانيها، يصير طالما احتوت على معاني ورموز خلف أشكالها. وبالتالي فإن الاهتمام بعناصر الاتصال في اللغة البنائية غير المنطوقة واستلهام مفاهيمها وتوظيف آلياتها لصياغة أشكال مميزه تحمل رسائل محدده للمتلقي، يتيح للمصمم إقناع المتلقي برسائله، وتيسر على الأخير تفهم وقراءة تلك الرسائل. وعن ضرورة وجود هذا الحوار غير المباشر بين المتلقي وما بصيغة المصمم طالب Rogers بضرورة أن يستطيع المتلقي قراءة المنشأ كما يقرأ كتابًا فيفهم طريقة تركيبة وعناصر إنشائه كما أكدLe doc على أهمية ملاحقة ركب التطور الإنشائي وضرورة الاهتمام بالإنشاء كمصدر للشكل، بغرض إيجاد لغة معمارية مناسبة للخامات الجديدة وبخاصة الفولاذ منها. [علي رأفت،1997، ص:33]. وعادة ما تتكوّن لغة الشكل في مجال الإنشاء الخفيف من رموز ومفردات بنائية يستمر تداولها وإعادة صياغتها بعد إزاحتها باتجاهات معينة لتوحي بدلالات مختلفة تتحصر بالخفة والمرونة والرشاقة، كما تتأثر تركيبات تلك اللغة بالتحولات المستمرة في مرجعيات الشكل [بدءاً بالوظيفة ومرورًا بالتقنية والموقع] التي يشجعها التطور التقني والثقافي في المجتمع، وأن هذا التنوع في المرجعيات وما ينتج عنها من تباين في تطبيقات الإنشاء، هو الذي يميز الخصوصية البنائية لكل عصر ويعطيه تميز اللغة التعبيرية للمنشأ [عضوية، بنائية، تفكيكية ..] وبالتالي فمن المهم للمصمم أن يتفهم التنوع في اللهجات الإنشائية ويلمّ بالمؤثرات التي شكلتها وألا تقتصر مهمته على توليف مفردات بنائية جميله فقط، وإنما لابد من صياغتها معًا في لغة متكاملة. ولان أنظمة الإنشاء الخفيف عادة ما تُقرأ من خلال حواس أخرى غير البصر، وبإدراكات حسية وغير حسية، ووفق قاعدة تستند إلى توافر العين القارئة التي تستطيع أنّ تدرك بوضوح الدلالات التي تولدها عناصر الشكل، فإن استمتاع المتلقي برؤية نظام

فولاذي يتحقق بقدر حضوره المادي ليكون مشتركًا ومشاهدًا في الوقت ذاته. وطالما أن لكل لغة مفرداتها ودلالاتها، فان الإنشاء الفولاذي كلغة لها مفردات ورموز يهدف إلى التأثير على المتلقي عبر خطوط اتصال بصرية مثل: [Trebilcock, 2004, P:42]. (الإحساس بالفراغ، الإيقاع، الحركة واتجاه القوى التوافق بين الكتلة والفراغ)، وان هذا الاتصال عاده ما يُكوّن لدى المتلقي خلفيه من التذوق الجمالي تنمو مع تعدد رؤيته لتلك الأنظمة، فيتولد لديه استيعاب تراكمي لانفعالات جمالية تعطي لكل نظام مدلول مميز يظهر بعد ذلك في ردة فعله اللاشعورية للتنوع في الفراغ والشكل والحجم وعلاقات الكتل وما يرافقها من تمايزات في معالجة المواد وتلاعب الضوء والظل. ومن هنا فإن اللغة الإنشائية، وبسبب مرونة صياغتها وما توفره من وسائل اتصال متعددة، تستطيع أن تتجاوب مع متطلبات المستخدم المادية والمعنوية، ومن ثمّ فإن تعظيم التعاطي مع الإنشاء كلغة بنائية يوفر عالم ثري بلهجات إنشائية متمايزة تتيح للمصمم دعم صياغاته الشكلية بمدي واسع من المعاني والرموز. [Scruton, 1979, p:152].

7: ابرز مفردات الإطار النظري المستخلصة:

يتناول ابرز الجوانب المستخلصة من المحاور المعرفية الأساسية والخاصة بالمفردات التي تم طرحها بغية تشخيص ابرز المؤشرات والقيم الممكنة للرموز التعبيرية والمرتبطة بخصائص الأنشاء الفولاذي ومميزات تلك الأنظمة. والتي إعتمدت بشكل أساسي على جانبين:

إرتبط **الأول** بخصوصية الهيكل الإنشائي المعدني للمبنى، أما **الثاني** فإرتبط بالجوانب التعبيرية وما يرتبط بها من دلالات رمزية تعبيرية لذلك المنشأ، لغرض مناقشة كل مفردة ومن ثم نتائج العلاقة بين تلك المفردات ومن خلال مشاريع منتخبة، للوصول إلى الإستنتاجات النهائية.

8: المفردات الجمالية في أنظمة الإنشاء الفولاذي:

الجمال حالة انسجام تحدث بين الإنسان وما يحيط به، تختلف مقاييسها باختلاف البيئة المادية والثقافية، وهو لا يقوم على آلية إبداعيه واحده وإنما على آليات عدّه يكون لكلّ منها أنساقه التعبيرية ودلالاته الرمزية، ويتضح ذلك من ارتباط التعبير الجمالي في البناء عند المصريين بالحقيقة، وعند اليونانيون بالكمال، وعند الكلاسيكيون بجوهر الواقع، وعند الرومانتيكيون بالإرادة والشعور، وعند المسلمين بالوحدة والتجريد، وعند البنائيون بالحيوية، وعند الوظيفيين بالمنفعة، وعند العضويين بلغة المواد وإيحاءاتها، وعند الحداثيون بالتعبير المتأنق للتقنية، وعند التفكيكيين بالتداخل واللامركزية.

بالتالي يمثل أحد أدوات المصمم لجذب المتلقي والاتصال به وتنمية تجربته البصرية وبيئته العمرانية، ذلك أنه ينبع من شعور الأخير بوحدة النظام، تكامل الأجزاء مع الكل، توافق الشكل مع المضمون وتوافر معالجات فراغيه وبنائية متميزة تعبّر عن تقنيات عصرها. وللجمال في الإنشاء دورًا رمزيًا مزدوجًا الأساس فيه تحقيق التوازن عند المتلقي. [شاكر عبد الحميد،2006، ص:9-8].

وفي الاطار ذاته آمّن Wasser بدور الإنشاء كفن جميل وطالب بتجديد قوالبه عن طريق دمج فناني التصوير والنحت في الصياغة الإبداعية لأنهم أكثر حرية من المصمم المحكوم بمقيدات ماديه كثيرة. لذا يكون من المهم التأكيد على وظيفة المنشأ الجمالية ليس فقط بإنتاج أشكال مبتكرة، وإنما بتحميلها بدلالات ومعاني ملائمة. [A.Macevoy Blanc, 1993,p:49].

المفردات البصرية المرتبطة مع المنشآت الفولاذية تحتوي بعضاً من أقوى النماذج المميزة للعمارة الحديثة فالهياكل الفولاذية ذات الأكساء الزجاجي والرشاقة ودقة الضبط في صناعة المركبات المنشئية كعناصر بصرية والتقبل البصري الإنشائي الواضح في أشكال الفضاءات ذات البحور الكبيرة المبهرة أو في المباني ذات الأرتفاعات الشاهقة تكون أشكالاً مختلفة في التعبير والتأثير. بسبب توفر الفولاذ كمادة للبناء منذ النصف الثاني للقرن التاسع عشر والذي يرجع إلى تطور العمليات الأنتاجية وبصورة أكثر أقتصادية [شاكر عبد الحميد،2006، ص:9].

9: المنشآت الفولاذية وجماليات التعبير:

ترتكز جمالية الفولاذ من جمالية الهيكل الفولاذي الرئيس للمبنى والذي تكون فيه اغلب العناصر رشيقة وبأسلوب ظاهر ومكشوف. حيث تمتلك بصورة واضحة جماليات في تمجيد التكنولوجيا والماكنة فضلا عن كونها ترمز إلى الأشكال ذات الحافات المستقيمة والواضحة والمنتظمة والخطوط الشبكية وبصورة مبالغ فيها للتعبير عن الماكنة. ويستعمل الفولاذ في أغلب الأحيان في التجارب المرتبطة بالغلاف الخارجي للمبنى حيث يضيف أهمية إلى التأثير البصري العام لذلك المبنى. وهناك خمس علاقات أساسية بين مضمّون البناية والهيكل الأساسي: [Trebilcock, 2004, P:17].

- **الاحتمال الأول:** يوضع الهيكل الفولاذي كليّا داخل غلاف البناية.
- **الاحتمال الثاني:** يوضع الهيكل ضمن مستوى واجهة البناية
- **الاحتمال الثالث:** يكون الهيكل الداخلي مستمر مع واجهة المبنى.
- **الاحتمال الرابع:** يكون الهيكل الخارجي نصف مستقل ويدعم الجدار الخارجي، أو يدعم التغليف الزجاجي.
- **الاحتمال الخامس:** يوضع الهيكل بالكامل خارج واجهة المبنى.

وهذه العلاقات بين الواجهات والهيكل الإنشائي الأساسي تسحب معها قضايا أخرى مهمة لتصميم المبنى، مثل: [Trebilcock, 2004, P:19].

- تعبيرية الإرتباطات.
- الأساسات ونقاط التثبيت.
- الأمن والوصول (للهياكل الخارجية).
- إستراتيجية الوقاية من الحريق.
- حماية تآكل العناصر الخارجية.
- طبيعة الإسناد الثانوي للسقوف والجدران لتكملة الحلّ الإنشائي المقترح. [Trebilcock, 2004, P:19].

إنّ خليط العناصر الإنشائية، بما فيها العناصر المقوسة، الجملونات، المكوّنات المصنّعة، القابلوات، عناصر الفولاذ المقاوم للصدأ، كلها توضح التنوع في التقنيات القابلة للإنجاز. فقد يستخدم استمرار الهيكل الإنشائي الداخلي إلى الخارج في التأثير التعبيري. كما هو الحال في الهيكل المقوّس لمحطة Stratford حيث تم وضعه خارج الواجهة المزجّجة لتأكيد ذلك الحلّ الإنشائي الفولاذي. الشكل (3). [Trebilcock, 2004, P:20].

10: جوانب جماليات التعبير في أنظمة الإنشاء الفولاذي.

بتعدد المنطلقات الفلسفية والإبداعية للباحثين، تعددت الآراء والاتجاهات التي فسّرت جماليات التعبير في أنظمة الإنشاء الفولاذي وأحاطت بمظهرها ورموزها، ومنها:-

أ: اللون في الأنظمة الفولاذية ورموزه التعبيرية:

الألوان أحد العناصر المهمة التي يستعان بها لإبراز القيم الجمالية للمنشأ الفولاذي، لأنها تضيف أبعادًا جديدة لشكله، وتؤثر على علاقاته ومستوياته، وتحدد مدي توافقه مع البيئة المحيطة، وتعمل على تكامل عناصره، وتحقق الاتزان البصري فيما بينها. وحول هذا أكد فاسر على أهمية استخدام الألوان في البناء، ودعا إلى تطبيقها بأساليب مناسبة، معداً أن معالجة العناصر البنائية لونياً له دور هام في وضع المنشأ في محيطه المجاور لكونها علامات أرضية وبصرية له. [Wasser, 2000, p:47]. كما تلعب المعالجات اللونية دورًا مهماً في عملية الإدراك البصري بتوفير إشارات يمكن من خلالها فهم الشكل وتفسير مدلولاته، وهي كذلك وسيلة جيدة وأحياناً لا غنى عنها لتوضيح الفراغ واستيعاب أبعاده ورموزه والتأثير على حجمه الظاهري، كون بعضها أكثر لفتًا للانتباه من غيره. وهي تحمل قيمّ رمزية كالدفء والبرودة، الثقل والخفة، الضوضاء والهدوء، النفور والتقارب، التقدم والتراجع، فضلاً عن أن التباينات اللونية تتيح ميزة إيقاف العين، تقسيم الأسطح، تحقيق الإيقاع. [Wasser, 2000, p:51] شكل رقم (4)

ب: الفراغ في الأنظمة الفولاذية ورموزه التعبيرية:

الفراغ Space بشكل عام هو عنصر جوهري للتشكيل، لأنه يتضمن ويحتوي كل شيء، وهو شرط مسبق لكل ما ومن هو موجود، وهو كما رآه Ching مسافة تتمدد في كل الاتجاهات. [Ching, 1996, p:108]. ويكتسب الفراغ خواصه الهندسية ومعانيه الإيحائية من التوزيع المادي لعناصر بنائية تُحدده وينشأ على إثرها نظم لها حجم وشكل وحركه نسبيه تتوزع في تشكيلات مغلقه أو مفتوحة، منتظمة أو غير منتظمة، ومن ثمّ يرتبط إدراك المتلقي للفراغ بتحديد وتعريف الأشكال الحاوية له أو المحتوية فيه، وذلك تأكيدًا لقول Govinda باستحالة تخيل هدف أو بناء دون فراغ. [Ching, 1996, p:112]. وحيث أن الفراغ أحد عناصر إدراك وتوصيف الشكل، فإنه يمكن النظر إلي الإنشاء الخفيف على أنه فن صياغة الفراغ وقولبته من خلال ترتيبه وتنظيمه لخدمة غرض استخدامي أو أكثر. شكل رقم (5).

11: تّطبيق آليات التعبير الرمزي على الصّيّغ الإنشائية:

يعد التعبير الرمزي ضرورة لا مفر منها في المعالجات الإنشائية، وعادة لا يبدأ المصمم به وإنما لابد وان ينتهي إلية بعد تحليله لكافة المعطيات واستيفائه لكل المتطلبات والمحددات. بحيث لا يتعمّد الحصول على تعبيرات خاصة بشكل مفتعل، وإنما يراعي في صياغاته التوفيق وفق محورين أساسيين هما (النواحي الوظيفية، النواحي الشكلية التعبيرية) التي تندرج تحتهما عدة آليات منها: لاحظ الجدول رقم (1).

- التأكيد على العلاقة المتزنة بين الحيز والإنشاء.
- استخدام انسب المواد المتوافقة مع الأداء الوظيفي، والتوافق بين المضمون البنائي والوظيفي للنظام.
- الاستفادة من اللهجات الإنشائية لإحداث التنوع التصميمي والتباين الإبداعي.
- التأكيد على مرونة التصميم لإجراء تغييرات مستقبلية باستخدام النظم الإنشائية.
- اللجوء إلى التعبير بالرمز عن المادة، وطريقه الإنشاء.
- استخدام مفردات مناسبة للتعبير عن اللغة الإنشائية المنتقاة (عضوية، بنائية، تفكيكية ..الخ)
- التعبيرات الإنشائية التي تؤكد على مرجعية الشكل.
- صياغة تعبيرات إنشائية تجسد التطورات والتحولات التقنية.
- التعبير عن التوقعات المستقبلية للإنشاء في أشكال قابله للنمو والاندماج

• التأكيد على العلاقة التفاعلية بين المنشأ والمتلقي.

12: المشاريع المنتخبة:

12-1: مبنى الجذع الملتوي لولبياً (Turning Torso)

(السويد- للمصمم Santiago Calatrava 2005).

هو ناطحة سحاب سكنية ارتفاعها 190 متر, 54 طابقاً يقع في مدينة مالمو السويدية. ويعد أعلى مبنى سكني في السويد.

حصل على جائزة (MIPIM) في معرض البناء في فرنسا لأفضل مبنى سكني في العالم، والبرج لم يُعبر فقط عن المفهوم الهندسي المُميز ولكن أيضاً عن التكنولوجيا والتقنية المتقدمة.[أوان الكويتي،2010] شكل (6).

أ- على مستوى الفكرة التصميمة والشكل المعماري:

شيد البرج من الفولاذ والزجاج والخرسانة المسلحة، ويتمحور في تسعة مكعبات دورانية هيكلها الرئيسي هو عنصر أساسي من الخرسانة المسلحة، ومركز البناء فيه يتطابق تماماً مع محور دوران الطوابق، أما الغلاف الخارجي للمبنى فمصنوع من لوحات من الزجاج والألمنيوم. يتميز بشكل ديناميكي. والأسطوانة المركزية الرئيسية التي ترتبط فيها الهياكل الأفقية بشكل ناتئ تحتوي على المصاعد والنظم التكنولوجية والخدمات.

الواجهة لها انحناء مزدوج لكون سطح البناء لولبي، وهذا يجعل بنائها وتشييدها في غاية التعقيد. والواجهات مكونة من 2800 لوحة و2250 نافذة. سطح اللوحات منحني أما الزجاج فهو مسطح. كل مكعب مغطى ب300 لوحة.. [أوان الكويتي،2010]. شكل (6).

وبهدف إعطاء الشكل اللولبي للمبنى، فالنوافذ يجب أن تميل إلى الداخل أو الخارج، وهذا اعتماداً على الجانب الذي تتواجد في من المبنى. ففي الجانب الغربي الميلان هو نحو الداخل، أما في الجانب الشرقي فهو إلى الخارج.

ب- على مستوى الهيكل الفولاذي الخارجي:

يتكون الهيكل الإنشائي الرئيسي من عناصر من الفولاذ والخرسانة المسلحة واللذان مثلا (العمود الفقري للمبنى). فالعناصر الفولاذية للدعم الخارجي ارتبطت ببعضها البعض عن طريق اللحام ومطلية لحمايتها من التآكل. والعنصر الفولاذي للدعم الخارجي يتألف من أنبوب عمودي "A" يصل إلى نهاية طوابق المبنى، وهنالك 20 أنبوب أفقي و18 أنبوب قطري متصلة بالعمود"A". وكل هذه الأنابيب مرتبطة بالجدران الهيكلية وتحتضن طابقين في المنطقة العلوية لكل مكعب. بغية تحويل جهد أنابيب الفولاذ إلى الأسطوانة الخرسانية المركزية. وعلاوة على ذلك، فان العمود الفولاذي مرتبط بعنصرين من عناصر الاستقرار في كل طابق. وتستخدم هذه العناصر لتثبيت ودعم العمود الصلب. [أوان الكويتي،2010].

أما أرضيات الطوابق فتكون مُعززة بقضبان معدنية ترتبط مع الهيكل الفولاذي المركزي. شكل (6).

12-2: مطار ستانستيد (Stansted Airport) (لندن- إنكلترا للمصمم Norman Foster. 1991)

أخذت المطارات ومحطات النقل أهمية تصميمية كبيرة خاصة وان تلك المشاريع بما تمتلكه من متطلبات منشئية وتكوينية ووظيفية وخدمية عالية تتطلب حلولاً فريدة ومبتكرة، حيث قام المعماري نورمان فوستر بتصميم مطار يتسم بأقصى درجة من المرونة لمواجهة التعديلات أو أي توسعات تحدث في المستقبل، فضلاً عن خلق مبنى على

هيئة ضخمة تتكون من خلايا نمطية متكررة لإعطاء أكبر قدر ممكن من المرونة ليواجه الأعداد المتزايدة المستخدمة للمطارات بدون الإخلال بالتصميم.

أ- على مستوى الفكرة التصميمة والشكل المعماري:

جاء المبنى كمظلة ضخمة تتكون من خلايا متكررة بمقياس(36×36) متر وبارتفاع 15 متر ويحمل كل خلية عمود من أنابيب الفولاذ علي شكل شجرة من أربعة أغصان تحمل في نهايتها قبة مفلطحة من ألواح معدنية خفيفة تتوسطها فتحات زجاجية ينساب منها الضوء الطبيعي لإنارة الأجزاء العميقة من المباني، وبهذه الطريقة الإنشائية تم تحرير الواجهات الخارجية الأربعة من أي عوائق وتحولت بذلك إلى ستارة من الزجاج بارتفاع 12م تملأ معظم مساحات المبنى بالضوء الطبيعي الخالي من أي وهج والبعيد عن تساقط أشعة الشمس بفضل البروز الضخم للسقف أمام الواجهتين الشرقية والغربية. [أحمد المهندس،2012]. شكل (7).

ب- على مستوى الهيكل الفولاذي الخارجي:

كانت الفكرة الأساس هي التغطية الفولاذية ثلاثية الأبعاد. حيث إن الرواق المقنطر هو شارع ذو واجهتين من أنواع مختلفة التصميم من المحلات، لها قنطرة أسطوانية منخفضة الارتفاع، وهي تستند وكأنها أجنحة إلى كابلات معدنية موصولة بقمة القنطرة، وأما السقف الخفيف فهو عبارة عن قرص متحرك يتفاعل مع التغييرات البيئية من ضوء وهواء تفصيلة السقف المجنح الذي ينفتح لكي يتم التحكم بالمناخ الداخلي والضوء الداخل ويرمز العنصر الإنشائي الحامل ثلاثي الأبعاد إلى شجرة تتفرع أغصانها للأعلى. شكل (7).

فقد تم تسقيف فضاء بمساحة (32000م^2) لقاعة المسافرين الكبيرة لإعطاء جو من الطمأنينة. حيث يلاحظ عل المطار سقفاً طافياً في الجو (استخدام فكرة الطيران المجازية) فقد استعمل المصمم أقصى تكنولوجيا منشئية متاحة للوصول للمرونة التصميمية.

وشبكة السقف تستند على منشأ فولاذي مكون من الأعمدة وكأنها سيقان أشجار، كما أُظهرت هنا خاصية العمق التنظيمي من خلال الأعمدة وكذلك من خلال قشرة السقف التي أعطت مساحة كبيرة على شكل قباب وشبكة مربعة الشكل ذات مساحة 36م^2، وتتفرع من المساند العمودية المربعة فروع حديدية لحمل قباب السقف وهذه الفروع عبارة عن أنابيب وقابلوات فولاذية مغلفة بنسيج زجاجي مضاد للصدأ والرطوبة، وتتصل تلك الفروع مع بعضها بشكل حلقي مما يجعلها تشبه الأشجار الحاملة لقباب السقف. [أحمد المهندس،2012].

13: استخلاص الجماليات الرمزية لأنظمة المنشآت الفولاذية:

13-1: سبّل التعبير الرمزي عن جماليات الصيّغ الإنشائية الفولاذية.

تقوم أنظمة الإنشاء الفولاذي على سدّ حاجات ومتطلبات إنسانية، بالتالي عملية تصميمها تمثل وسيلة للتلاقي والتواصل مع المستخدم من خلال روابط عده، يعبّر عنها بمواد وطرق وأشكال وتقنيات لها دلالاتها الرمزية والجمالية، بحيث يصبح لتلك الأنظمة وظيفة تعبيريه لنقل المشاعر والأفكار. وحول هذا الإطار رأى Right أن كل ماده تتحدث لغة خاصة كما يتحدث الخط أو اللون، وأن على المصمم أن يكشف هذه الروح ويسمح لها بالانطلاق من خلال عمل يتسم بالحيوية. كما أعتبر Perret أن التعبير عن الإنشاء سواء بكشف الهيكل أو الإشارة إلية هو تعبير عن حقيقة مطلقة تبني على نظام ومنطق سليمين لكونهما أساس الجمال، وأضاف أن من يخفي جزء من هيكل إنشائي يحرم نفسه من أجمل حليه يمكن للإنشاء أن يتحلى بها، وسواء كان الهيكل مكشوف أو مغطى، ففي الحاليين يعد الإنشاء المرئي

مخطط (3) تصنيف وتفسير جماليات التعبير في أنظمة الإنشاء المعدني وبعض مصطلحاتها (الباحث)

أو المحسوس من الركائز الجمالية للشكل. [علي رأفت،1970، ص:29]، وكما يتفق مع رأي Scott من أن الجمال النابع من الإنشاء يكون له معنيين هما: تماسك إنشائي يعتمد علية سلامة المنشأ، وحيوية إنشائية constructive vividness تتواجد كمظهر يوحي بالبهجة الناتجة عن تأثير الشكل الإنشائي وتجعل المتلقي يتجاوب معها نفسيًا وعاطفيًا، وهو ما يجعل العمارة إنشاء متسامي sublimated structure يعبر عن الأفكار. وعن أهمية العناصر البنائية في المنشأ الفولاذي أكد Wasser على أن للأعمدة والدعامات دورًا تشكيليًا وجماليًا مهمًا في المنشآت واصفاً إياها أعمدة المنشأ تماثل الوقوف بأمان تحت ظل شجرة، كما أنها مركز للإشعاع والجاذبية لكل ما ومن حولها. [Wasser, 2000, p:47].

13-2: جوانب التعبير الرمزي في أنظمة الإنشاء الفولاذي:

في إطار اهتمامه بجماليات التعبير Expressional Aesthetics فقد صّنفها فيتروفيوس إلى صورتين: شكليهُ تعني بتذوق الكتل والفراغات، وأخرى رمزية symbolic Aesthetics تتبع من ربط عناصر البناء بدلالات ومعاني توحي بفكرة ما. [شاكر عبد الحميد،2006، ص:383]. وقسّمها Perrault إلى نوعين: جماليات تجريدية تُعّني بالشكل والتكوين وعلاقات العناصر، وأخرى وظيفية تتبع من فهم وظائف البناء واستيعاب قدرته على القيام بها. [علي رأفت،1997، ص:6].. لذا تتضح أهمية الاستفادة من جماليات التعبير بالرمز في الإنشاء، مما يدعوا المصمم إلى التعاطي معها على أنها ركنّ هام وحيوي في صياغة المنشأ الفولاذي.

وبالتوازي مع التحولات المستمرة في مرجعيات الشكل، فقد مرّت جماليات الإنشاء الفولاذي بمفاهيم عدة منها: جماليات التأثر بالآلة Mechanical Aesthetics وهو مصطلح لـBerg أكد على ضرورة أن يكون للأشكال تعبيرات جمالية مستمدة من الإمكانيات الجديدة للآلة، ولا يشترط أن تحمل مضمون أو تكون ذات رموز، شكل (8) وأن تصاغ تلك الأشكال من كّتل ومساحات كاملة الزوايا أو كاملة الاستدارة، ملساء، مصقولة وخالية من الزخارف. كما ظهر مصطلح الجماليات الملساء Slick-tech أسّسه هولاين ويعتمد على الاستفادة من دقة التكنولوجيا الحديثة وإمكانياتها في إحداث مبالغات في معالجة أسطح المنشآت وصقلها، والاستفادة من تداخل الأضواء والظلال معًا لإعطاء تأثيرات مميزه. كما بزّغ مع نهاية القرن 20 مصطلح الجماليات الرقمية والذي استفاد من الوسائط التقنية وعوالمها الافتراضية لتقديم أنظمة ذكيه ذات صيّغ وتراكيب بنائية من خارج قاموس الإنشاء التقليدي معقدة فراغياً ومحلله إنشائيًا توحي بالحركة والدينامية وتحمل رؤى ومضامين مستقبلية. [عبد الرحيم سالم ،1991، ص:15].

جدول رقم (1) يوضح مفردات التعبير الرمزي المقترحة في الصيغ الإنشائية

من النواحي الوظيفية والإنشائية	من النواحي الشكلية والتعبيرية
التأكيد على العلاقة المتزنة بين الحيز والإنشاء	الاهتمام بالتفاصيل التي تكون شخصية المنشأ ومظهره العام خارجيًا وداخليًا
التوافق بين المضمون البنائي والوظيفي للنظام	اختيار المديول (Module) الذي يحقق علاقات تناسبية جميله بين عناصر المنشأ وتحقيق التوافق بين الأجزاء والكليات
التأكيد على مبدأ الانسيابية والحيوية الفراغية بين الداخل والخارج	مراعاة العلاقة التناسبية بين مقاييس المستخدم وأبعاد المنشأ
التأكيد على مرونة التصميم لإجراء تغييرات أو امتدادات مستقبلية باستخدام نظم مفتوحة النهايات	تحقيق التوازن في العلاقات الإنشائية والعلاقات اللونية
البحث عن صيغ وقوالب إنشائية مميزه ترتكز إلى معايير إنسانية	الاستفادة من النظم الإنشائية لإحداث التنوع التصميمي والتباين الإبداعي
.الاهتمام بمبدأ الاستمرارية المادية والهندسية	السعي نحو تشكيلات حره وديناميكية
استخدام انسب المواد المتوافقة شكليًا وإنشائيًا واقتصاديًا لتحقيق كفاءة الأداء الوظيفي	الاستفادة من بعض مبادئ التشكيل الجمالي في الطبيعة: كالوحدة، التناسب، الانسجام، التباين، الحيوية، البساطة، القوه.الخ.
استخدام مفردات مناسبة للتعبير عن اللهجة الإنشائية المنتقاة (عضوية، بنائية، تفكيكية.. الخ)	اللجوء إلى التعبير بالرمز عن المادة، اللون، الشكل وطريقه الإنشاء
مراعاة التوافق بين الدلالات الرمزية للعناصر البنائية	لتعاطي مع النظام كأطروحة بنائية نحتية ومعالجة عناصره بطريقة دينامية لإعطائه مدلول حركي
البحث الدائم عن أبعاد جديدة للفراغ وإظهار تنظيماته بطريقة مميزة	مراعاة التعبيرات الإنشائية التي تؤكد على مرجعية الشكل
التعبير عن التوقعات المستقبلية للإنشاء في أشكال قابله للنمو والاندماج	تحقيق الوحدة التعبيرية القائمة على التباين والتنوع
التأكيد على العلاقة التفاعلية بين المنشأ والمتلقي	صياغة تعبيرات إنشائية تجسد التطورات والتحولات التقنية
تجنب استخدام عناصر بنائية غريبة دون سياق واضح	استخدام التعبير الصريح والمجرد في نقل المعاني
عدم الاعتماد على الافتراض المسبق للأشكال الإنشائية	التعبير عن الصياغات الإنشائية بالثنائيات إن أمكن مثل : الكتلة /الفراغ، النمو /التلاشي، الواقع /الخيال، الشفاف / المعتم، البساطة/ التعقيد. الخ.

النتائج العامة وتوصيات البحث:

- تعتمد الكفاءة المنشئية والأداء المنشئي بصورة كبيرة على طبيعة المادة المنشئية المختارة وخصائصها خاصة ما يتعلق بقدرتها عل تحمل الإجهادات وادائيتها المنشئية.
- التحول الكبير في المنشآت كان نحو كشف الهيكل الفولاذي لأسباب جمالية والذي مثّل واحداً من الأساليب المفضلة للعديد من الحركات المعمارية.
- إن أي أفكار تؤدي إلى تطورات في الصيّغ الإنشائية وإثراء للصور العمرانية والبيئية تنبع عادة من رؤية مميزة للعلاقات الفراغية من قبّل المصمم وكيفية تحقيقه للاقتصاد الإنشائي والحيوية الفراغية من خلال مبدأ: الإنشاء بالحدّ الأدنى من الثقل والتواصل بالحدّ الأكبر مع الخارج.
- يختلف الإحساس بجماليات التعبير من نظام فولاذي لآخر باختلاف إيحاءاته الرمزية التي تتأثر بدورها بطريقة انتقال الأحمال [راسية، مائلة] وطبيعة الصيّغ الشكلية [منحنية، مستوية] والتغطيات الخارجية [شفافة ، معتمة] والمعالجات اللونية [منسجمة، متنافرة] والتشكيلات الفراغية [منتظمة، غير منتظمة، مغلقة، مفتوحة] والبيئة المحيطة وحالة المتلقي وثقافته وموقعة من المنشأ.
- المفردات البصرية المرتبطة مع المنشآت الفولاذية تحتوي بعضاً من أقوى النماذج المميزة للعمارة الحديثة.
- يحتاج مصمم الأنظمة الفولاذية في تواصله مع المتلقي لثلاث آليات : **أولها** لغة بنائية لها أبجديات ولهجات للتعبير، يكون المصمم على معرفة ومهارة بها ويستطيع المتلقي قراءتها وفهمها، **وثانيها** رسالة بمحتوى وظيفي–جمالي–رمزي، يحددها ويصيغها المصمم ويستقبلها ويستفيد منها المتلقي، **وثالثها** وسيلة للاتصال تتضمن مفردات ومعالجات بنائية يصيغها المصمم ويتفاعل معها المتلقي.
- تتألف اللغة البنائية في مجال الإنشاء الفولاذي من مفردات يستمر تداولها وإعادة توليفها في صياغات وتركيبات لانهائية لتوحي برموز مختلفة، وأن تلك التحولات المستمرة في الصيغ وما ينتج عنها من تباين في تطبيقات الإنشاء هو الذي يميز الخصوصية البنائية لكل عصر ويعطيه لهجته الإنشائية.
- إن تعظيم التعاطي مع الأنظمة الفولاذية كلغة لها أبجديات واضحة تتضمن رموز ومفردات بنائية، وتصاغ برسائل محدده لنقل أفكار ومعاني، يتيح للمصمم دعم صياغاته الشكلية بمدي واسع من المعاني والدلالات والجماليات وتيسر على المتلقي قراءه رسائل المصمم واستيعابها والتجاوب معها.
- إن التعبير الرمزي ضروري في اللغة البنائية، ولا يشترط أن يبدأ المصمم به وإنما لابد وأن ينتهي إلية بعد تحليله لكافة المعطيات واستيفائه لكل المتطلبات، وكلما كان المصمم متمكنًا من مفردات لغته بارعًا في صياغتها ملمًا بلهجاتها وواعيًا لتأثيراتها كان التواصل مع المتلقي والتأثير في سلوكه ومشاعره أكبر.
- يستعمل الفولاذ في أغلب الأحيان في التجارب المرتبطة بالغلاف الخارجي للمبنى حيث يضيف أهمية إلى التأثير البصري العام لذلك المبنى.

مصادر البحث:

المصادر الأجنبية:

- Allsopp , Bruce. **A general history of architecture**. London: Pitman Publishing, Paperback Edition, 1971.
- Blanc, A Macevoy, and Plank R. **Architecture and construction in Steel**, London, 1993.
- Ching, Francis., ***Architecture* ... Form, Space and Order** , 2ed Edition, Jhon Wiley & sons , Inc, printed in the U.S.A, 1996.
- Dempsey, Paul ,Cross Rail, **The Use of Virtual Reality As Design Tool Passenger Terminal** ,1999.
- Macdonald, Angus, **Structural Design for the Architecture**, Architectural press,London, 1997.
- Nesbitt, Kate, **Theorizing a New Agenda for Architecture**, Anthology of Architectural Theory 1965- 1995, "Tectonic Expression ", New York, 1996.
- Schupack, M., "**Cable –supported Roof cuts cost** "civil Engineering April 1958.
- Scruton, Roger., **The Aesthetics of Architecture** , 1st published, W & J Mackay Limited , Chatman , London, 1979.
- Trebilcock, peter, **Architectural Design in Steel**, Spon Press, London, 2004.
- Wasser, Hundert., **Architecture according to: Art , Nature and Fantasy** , Medina magazine , issue 14 , July-August . Egypt, 2000.

المصادر العربية:

- احمد المهندس ، **المنشآت المعدنية**، مقال منشور في منتديات ستار تايمز، الشبكة الدولية، 2012/09/29.
  http://www.startimes.com/?t=29224948 ○
- أدور سميث، **الحركات الفنية منذ عام ١٩٤٥** ، الشارقة، مركز الشارقة للإبداع الفكري، 2001.
- أوان الكويتي، تكنولوجيا معمارية بمفهوم عصري، مقال منشور في مجلة بناة، الشبكة الدولية، 2010.
  http://www.bonah.org/news-extend-article-354.html ○
- سعد القصاب، **آثر الاتجاهات معاصرة وطليعية ستينيات القرن المنصرم**، مقال منشور، جريدة الزمان، لندن، ٢٠٠٤.
- سلام المصري، **العناصر الإنشائية وعناصر التشكيل**، مقال منشور، الشبكة الدولية، 2006.
  http://m3mare.com/vb/showthread.php?t=425 ➢
- شاكر عبد الحميد، **التفضيل الجمالي ... دراسة في سيكولوجية التذوق الفني**، مقال منشور مجلة عالم المعرفة، عدد267 ، الكويت، 2001.
- عبد الرحيم سالم، **دراسات في الشكل والتطور المعماري**، جامعة العلوم والتكنولوجيا، الأردن، 1991.
- على رأفت، **الإبداع الفني في العمارة، ثلاثية الإبداع المعماري**، الجزء الأول، مركز أبحاث انتركونسالت، القاهرة، 1997.
- على رأفت، **فن العمارة والخرسانة المسلحة** ، مؤسسه فرانكلين للطبع والنشر، القاهرة، 1970.
- فاروق يوسف، **الرسم العربي الآن مفهوم الأصالة الفنية بين خيارين**، مجلة التشكيل العربي، مجلة الألكترونية، 2006.
  http://tashkeelarab.jeeran.com/archive/2006/10/112329.html ○
- فخرية بنت خلفان اليحيائية، **إسهامات التكنولوجيا الحديثة في الفنون الجميلة**، جامعة السلطان قابوس - سلطنة عمان 2011

شكل (1) يوضح توفير المواد الجديدة للمرونة التصميمية من خلال بروز قاعة المحاضرات عن مبنى Faculty of Engineering للمعمار Stirling and Gowan 1963

المصدر: http://lebbeuswoods.files.wordpress.com/2010/11/stirling-5.jpg

شكل (2) يوضح التشكيل بخطوط منحنية ومستقيمة وبمعالجات شكلية وتعبيرية مختلفة

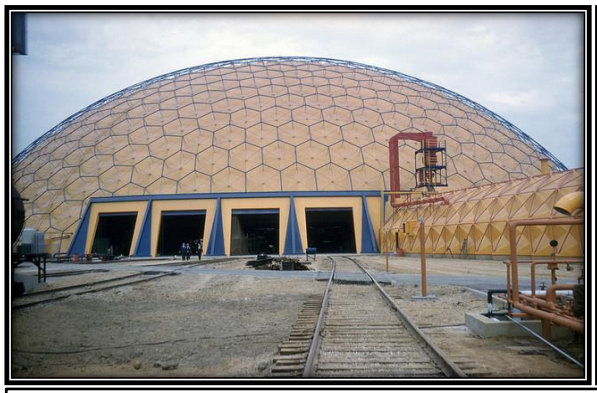
المصدر: http://www.steelcaddetailing.co.uk/wp-content/gallery/madeley-academy/new_madeley4.jpg

شكل (3) يوضح الهيكل الإنشائي المعدني المقوّس لمحطة Stratford

المصدر: http://www.flickr.com/photos/55935853@N00/7028902411

شكل (4) يوضح أثر المعالجات اللونية في المنشآت المعدنية وانعكاساتها التعبيرية

المصدر: http://darrellyoungarchive.photoshelter.com/image/I0000uu0b.SyMS4g



شكل (5) قبة شركة السيارات المتحدة (Union Car Company) في (Boton Rouge) للمعمار (Fuller)

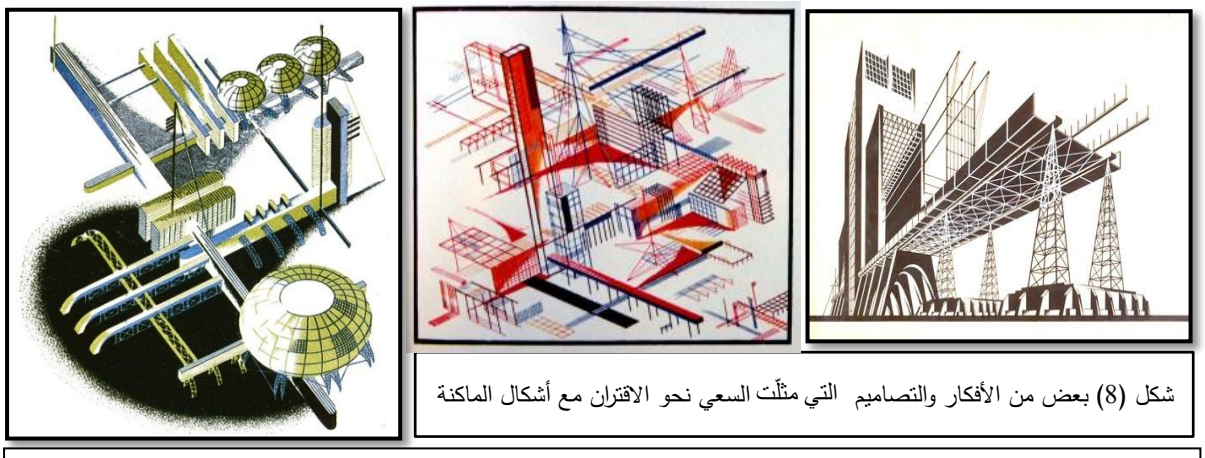
المصدر : http://www.buckminster.info/Index/U/Union_Tank_Car.htm

شكل (6) مبنى الجذع المتحول (Turning Torso) للمعمار santiago-calatrava

المصدر: http://sonachavdadotcom.files.wordpress.com/2012/03/turning_torso_santiago-calatrava.jpg

شكل (7) يوضح مطار ستانستيد Stansted Airport لندن للمصمم نورمان فوستر 1991

المصدر: http://www.e-architect.co.uk/images/jpgs/london/stansted_airport_exterior_01.jpg



شكل (8) بعض من الأفكار والتصاميم التي مثّلت السعي نحو الاقتران مع أشكال الماكنة

صدر: http://beineckegenmod.wordpress.com/category/constructivism/