تطور خامات التصميم الداخلى فى ضوء التقدم الفكري والتكنولوجى للشكل المعمارى المعاصر

The development of interior design materials in light of the intellectual and technological progress of the contemporary architectural form

أ.م. د/ زكريا سيد سعيد ابراهيم
عميد كلية الهندسة بالجامعة العربية للعلوم والتقنية -المشرف على قسم التصميم الداخلى
المملكة العربية السعودية
Assist.Prof. Dr. Zakaria Sayed Saeed Ibraheem
Dean of the Faculty of Engineering, Arab University for Science and Technology
Supervisor of the Department of Interior Design-Kingdom of Saudi Arabia
zeeka2008@gmail.com

الملخص:

يتعرض البحث للتطورات التى طرأت على الفكر التصميمى المعمارى وداخل الحيز الفراغى، خصوصاً بعد هذا التطور التقنى المواكب لتطور التكنولوجيا الرقمية لبرامج الرسم، وما أحدثته هذه التغيرات على تطور الشكل المعمارى المعاصر بالمعالجات المعقدة تصميمياً وتنفيذياً، ففى السابق كان المصمم لا يملك إلا خياله العلمى للتعبير بسبب تواضع ومحدودية الأدوات المتاحة له وكانت أفكاره تخرج على الورق من خلال الرسم بالقلم، وأثناء إختيار الخامات لمعالجة جوانب التكسية وتأثيث الفراغات الداخلية كانت تواجهه صعوبة بسبب أنواع الخامات وإمكانياتها المحددة. لكن مع التطور التكنولوجى المذهل الذى صاحبه تغيير في كل فروع العلم والتخصصات، وخاصة مجالات العمارة التى إستفادت بشكل كبير من هذا التطور، وتطور معها الشكل المعمارى، فعدما كانت العمارة محصورة في التصميم التقليدى برزت تصميمات غير مألوفة وأكثر تطوراً تتميز بالحواف المستديرة والأشكال الإنسيابية والتداخل المعقد بين الخطوط، إضافة لتغيير نمط الحيز الوظيفى الداخلى لتتلاءم مع الشكل الخارجى وتلبى إحتياجات المستخدمين بطابع مناسب ومعاصر. وكان لظهور الخامات الحديثة وما صاحبها من تقنية الفضل في إستكمال حلقة الوصل بين التصميم والتنفيذ، وأصبح من اليسير تنفيذ ما تم تصميمه في عالم الواقع الإفتراضى ليصبح واقع ملموس في ضوء التقدم الفكري والتكنولوجي. إن التطور التكنولوجي الذي شهدته تكنولوجيا المواد نتج عنه مواد وخامات حديثة مطورة، هدفها التحسين والحفاظ علي البيئة والطاقة، إضافة إلى الجانب الإبداعي في العملية التصميمة والتنفيذية لتحقيق فكر تصميمي حديث يتناسب مع متطلبات المجتمع المعاصر، وأصبح الهدف الأساسى للمعمارين والمصممين هو توظيف وإستغلال التكنولوجيا المتاحة لخدمة العمارة وأغراضها، وذلك من خلال التصميم والتنفيذ وتوافق التكامل بينهما، واستعان بعض المصممين بتلك الطفرات في إيجاد لغة معمارية جديدة تتناسب مع العصر متضمنة إبتكار وإبداع لم يكن من السهل وجوده في العهود السابقة.

كلمات مفتاحية:

الخامات الحديثة – الخامات المطورة – تقنية التنفيذ – العمارة المعاصرة – تكنولوجيا العمارة.

Abstract:

The research examines the developments that have occurred in the architectural design thought and within the space, especially after this technical development that coincides with the development of digital technology for drawing programs, and what these changes have brought about the development of the contemporary architectural form with complex design and

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

implementation treatments. In the past, the designer had only his scientific imagination to express because of the humility and limitations of the tools available to him and his ideas came out on paper through drawing with a pen.

While choosing raw materials to address the aspects of dressing and furnishing interior spaces, she was facing difficulty due to the types of materials and their specific capabilities. But with the amazing technological development that was accompanied by a change in all branches of science and disciplines, especially the fields of architecture that benefited greatly from this development, and the architectural form developed with it.

As architecture was confined to the traditional design, unfamiliar and more sophisticated designs emerged, characterised by rounded edges, streamlined shapes, and intricate interfacing between lines, in addition to changing the pattern of internal space to match the external appearance and meet the needs of users in an appropriate and contemporary nature.

The emergence of modern materials and their accompanying technology were credited with completing the link between design and implementation, it has become easier to implement what was designed in the world of virtual reality to become a tangible reality in the light of intellectual and technological progress.

The technological development witnessed by the materials technology has resulted in modern materials and raw materials developed, aimed at improvement and preservation of the environment and energy, in addition to the creative aspect in the design and implementation process to achieve a modern design idea that matches the requirements of contemporary society, and the main goal of the architects and designers has become to utilise and exploit the available technology to serve the architecture and its purposes, through design, implementation and compatibility between them, and some designers have used these booms to find a new architectural language that suits the era including innovation and creativity that was not easy to find in previous eras.

Key words:

Modern materials - developed materials - implementation technology - contemporary architecture - architecture technology.

المقدمة:

شهد العالم خلال العقدين الأخيرين تغيراً كبيراً في شكل الكتلة المعمارية وأفرز هذا عن تصميمات وإبداع في العمارة عرفت بالمعاصرة، حيث تلاشت في العمارة المعاصرة الخطوط ذات الزوايا المستقيمة، وإنتشرت الخطوط المنحنية والمتعرجة في والمنكسرة في معظم المبانى الحديثة، تزامن هذا التغيير مع ظهور العديد من الخامات وتطور كبير في نوع الخامات التى كانت تستخدم في العمارة لتتناسب مع الأشكال والتصميمات الجديدة، وهذا بدوره أثر على طبيعة التصميم الداخلى مما دعى إلى تطور الخامات المستخدمة داخليا لتتلائم مع التشكيل المعمارى المعاصر، إن التطور التكنولوجي الذي شهدته تكنولوجيا المواد نتج عنه مواد وخامات حديثة مطورة، هدفها التحسين والحفاظ علي البيئة والطاقة، إضافة إلى الجانب الإبداعي في العملية التصميمة والتنفيذية لتحقيق فكر تصميمي حديث يتناسب مع متطلبات المجتمع المعاصر، وأصبح الهدف الأساسى للمعمارين والمصممين المعاصرين هو توظيف وإستغلال التكنولوجيا المتاحة لخدمة العمارة وأغراضها، وذلك من خلال التصميم والتنفيذ وتوافق التكامل بينهما، لقد أدى هذا التطور بطفرة في صناعة مواد وخامات البناء التى ظهرت حديثاً، وحتى الخامات والمواد التقليدية التى كانت تستخدم مثل الزجاج والحديد الصلب والخرسانة، فكلها تطورت، وأصبحت مواد

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

مطورة تكنولوجيا من خلال التعديل الذى يعمل على تغيير صفاتها وخصائصها ومميزاتها، مما يفتح مجالات مختلفة من التطبيقات في مجال العمارة والتصميم الداخلى والأثاث بفكر تصميمي إبداعي مبتكر يحقق التفاعل بين البناء وبيئته الخارجية والداخلية، فالخامات أصبحت تتسم بالمرونة والليونة في التشكيل، وأدى ذلك إلى تغيير جذرى في الشكل المعمارى، خاصة مع ظهور مواد حديثة ومتنوعة وإمكانيات إنشائية وتنفيذية عالية الدقة، والتى أعادت صياغة الفكر المعمارى وأحدثت ثورة في الإبداع والتشكيل معتمدة على تطور أساليب التنفيذ وتقنياته، مما أفرز طابعاً مميزاً وأحدثت بعداً عن الحقبة الحالية فيما عرف بعمارة التكنولوجيا المتقدمة (High Technology Architecture) كما تأثرت عملية التصميم والإبداع نتيجة إمكانيات التطبيق على النماذج (Mofeling) أو إعتماداً على أساليب التجسم المرئى (Virtual Reality) مما كان له أبلغ الأثر في ظهور تشكيلات وتكوينات غير مسبوقة، وجعلت عملية الابتكار غير محدودة، وخيال المصممين بلا عوائق. كذلك أثرت وبشكل مباشر على عمليات التنفيذ الخارجية والداخلية بالمبنى، بحيث لم يعد التشكيل يمثل عائقاً مما سيكون له الأثر على عمارة المستقبل. إن ما طرأ على الخامات من تغيير في تركيبها وشكلها قد بلغ مستوى رفيعًا من التطور، ولاقى رواجًا في مجال التصميم والتنفيذ، مما فتح الباب واسعًا لإبتكار وتطوير خامات جديدة في عالم التصميم المعماري والداخلي، وحلت الخامات الحديثة تدريجياً في كثير من المبانى المعاصرة مضيفة للعمارة والتصميم الداخلى هيئة جديدة.

مشكلة البحث:

- الفجوة الكبيرة فيما يتعلق بتكنولوجيا الخامات الحديثة المستخدمة في العمارة المعاصرة والحاجة إلى التعرف على خامات التصميم الداخلى لهذه المبانى، وضرورة تتبع التطور التكنولوجى لتقنية الخامات وما يطرأ عليها من تحديث أو ظهور الجديد منها.
- الحاجة إلى التعرف على أنواع وخصائص الخامات الحديثة، والجوانب التكنولوجية المتعلقة بها والتوسع في إستغلال وتوظيف هذه التقنية في مجال التصميم الداخلى.

أهمية البحث:

- من الملفت للانتباه بروز توجهات عالمية جديدة في عالم البناء والتصميم الداخلي، صاحبه إبتكار وتطوير مواد وخامات حديثة، لتتوافق مع الشكل والتصميم المعاصر، وهى تتطور بصورة سريعة وبتقنية ودقة عالية تحتم على المتخصصين والمهتمين بالتصميم الداخلى دراستها، بإعتباره ثورة في عالم الخامات والمواد.

هدف البحث:

- يهدف البحث إلى محاولة رصد الخامات والمواد المبتكرة حديثًا المستخدمة في التصميم الداخلى للعمارة المعاصرة، لاستخدامها بالشكل الصحيح في بيئتنا المعمارية، لأنها أصبحت اليوم مواد أساسية في أعمال التصميم الداخلي.
- التأكيد على العلاقة التكاملية بين الشكل والخامة، والتطور التكنولوجى الذى أحدث طفرة كبيرة في عالم الخامات المستخدمة في العمارة خارجياً وداخلياً. وما نتج عنه من إبداع وسرعة في التنفيذ.
- التأكيد على أن الخامات وما يتبعها من تقنية تنعكس بشكل كبير على عملية التصميم والتنفيذ.

منهجية البحث:

يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلى.

فرضية البحث:

التعرف على خصائص تكنولوجيا الخامات الحديثة التى ساهمت في ظهور العمارة المعاصرة.

حدود البحث: الخامات الحديثة المستخدمة في الحيز الفراغى الداخلى للعمارة المعاصرة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

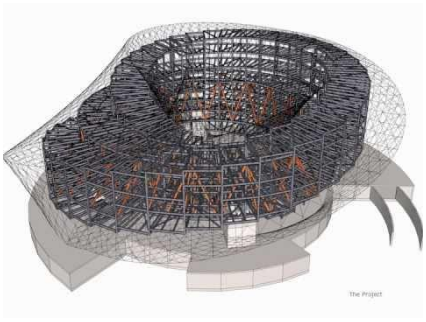
1- الأسباب التى ساعدت في ظهور العمارة المعاصرة:

لقد ظهرت في الآونة الأخيرة ملامح جديدة لفنون الهندسة المعمارية إتسمت بملامح القوة والإبداع الإبتكاري في التصميم والوظيفة سواء العمارة الداخلية أو الخارجية، بل وظهرت فكرة التعامل مع التصميم المعماري كمنتج إعتبره الكثيرين من المهتمين بمجال العمارة الحديثة طفرة وتطور كبير للعمارة، وفي عام 1988م توصل المعماري باتريك شوماخر لفلسفة زها حديد التصميمية التي تدعو إلى التخلي عن الخطوط التصميمية المعمارية المستقيمة والزوايا القائمة التي يستخدمها المصممين والمعماريين في العمارة، وتبني فلسفة جديدة تقوم أولاً على الترجمة المباشرة للخطوط المنحنية التي ترسم بها الإسكتشات المعمارية السريعة، وتحويلها إلى رسومات بواسطة برامج الرسم على الحاسب، الأمر الثاني هو أن المساحات التي تتبع بين الخطوط المنحنية يمكن اعتبارها الفراغات المعمارية التي تحتوي على مكونات المباني، وهي فراغات سائلة لا تفرض حواجز أو قواطع جدارية فيما بينها لفصل المكونات عن بعضها، ثم تأتي المكونات لتتم وضعها داخل هذه الفراغات التي تحتويها الخطوط بطريقة تحدد مدى علاقة أو ارتباط كل مكون بباقي المكونات بطريقة سلسة ولينة، وإذا نظرت لهذه الأشكال من أي جهة ستجد أنها متناغمة مع بعضها بالرغم من ثراء وإختلاف أشكالها. الأمر الذى ساهم فى إدخال الأشكال المائلة والمنحدرة في معجم التصميم المعماري خلال الحقبة الزمنية الأخيرة، وتغيرت المواقف الفكرية والتصميمية للعمارة، والتي تمثلت في تطور المهارات التقنية والإنشائية في العمارة الخارجية والداخلية على حد سواء، فظهرت خامات حديثة تتمتع بمواصفات لم يكن بالإمكان الحصول عليها من قبل. وبسبب ظهور هذه الخامات الحديثة حدث تطور كبير في التصميم المعمارى، ذلك بفضل هذه الخامات التي لفتت الإنتباه للمزايا الواضحة لإمكانياتها العالية، وفي نفس الوقت تطورت تكنولوجيا الميكنة والآلات لتصبح رقمية، وهذا بدوره ساهم في سرعة التطور والتغيير وإنجاز الشكل المعمارى المعاصر، وتوالى هذا التطور في طرق التصميم والتنفيذ، فاستخدمت برامج الحاسوب في رسم المخططات الهندسية وأصبحت عمليات التنفيذ تتم بالماكينات المحوسبة مما أدى إلى دقة عالية بلا أخطاء. كما أسهمت التكنولوجيا الحديثة في إدخال تقنيات الربط والتجميع الحديثة والعدد والماكينات اللازمة لمراحل التنفيذ الخارجى والداخلى، فإن الخامات والتقنية الحديثة فتحت أفقاً واسعاً أمام المصمم الداخلي لتقديم حلول تصميمية وتنفيذية عملية وسهله للكثير من المشاكل.[12]

1/1- برامج الرسم للحاسب الآلى: التغيير هو سمة صاحبت كل العصور، وقد رأينا حتمية التغيير التي تفرضها هذه التغيرات على مختلف الجوانب الحياتية، وما طرأ على الفن والعمارة على وجه الخصوص، التي هي واجهة الحضارة والتقدم، وتختلف العمارة التي يتم إبتكارها في عصرنا الحالى بإضفاء مظهراً خارجياً بمواد وخامات وتشطيبات تختلف عن العمارة التقليدية، والعمارة المعاصرة هى من نواتج ثورة الحاسوب، حيث تتيح العمارة الرقمية الفرصة أمام المصمم لابتكار العديد من التشكيلات التصميمية المركبة والمعقدة بمنتهى السهولة باستخدام الحاسب الآلي. كما أن التزايد فى أعداد التصميمات المنتجة تعطى الفرصة أمام المصمم أن ينتقى الأفضل والأكثر مناسبة للمشروع، فأنتجت المشروعات ذات الإنحناءات الخطية المركبة التى يصعب تصميمها ورسمها بالطرق الغير رقمية. وهذا ما اتبعته المعمارية زها حديد وغيرها، وتتميز تلك التقنية بدقة عالية ومهارة فائقة، وهو ما أدى لظهور أنماط جديدة للعمارة.[4]

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

1/1- العمارة المعاصرة أحد نواتج الذكاء الإصطناعى: العمارة هى أحد مجالات العلوم المرتبطة بالحاسب الآلى الذى أصبح يتحكم في كافة مجالات الحياة، من خلال ما يعرف بالثورة الرقمية التى غيرت شكل الحياة ونمطها، وبالتالى كان لها تأثيراتها على العمارة، التى إستفادت منها بشقيها الخارجى والداخلى، مما كان له إنعكاس مباشر على العمارة المعاصرة وبما يمثله من إبداع معمارى جديد، لتظهر التوجهات المعمارية الحديثة بصورة لم تُعرف من قبل، حيث خرجت التصاميم "الأشكال الرقمية" من خلال الحاسب بنماذج تخيلية ثلاثية الأبعاد تحاكى الواقع وتظهر فيها التفاصيل الداخلية بصورة دقيقة (شكل1) وتفصل كل نواحى التنفيذ والخامات بدقة عالية، وكانت هذه المعالجات المبتكرة لتلك الأشكال تهدف إلى تحقيق أغراض وأهداف متنوعة تتراوح بدورها ما بين تفعيل كفاءة المبنى الوظيفية، أو رفع كفاءة المعالجات المناخية، أو لمجرد أهداف تشكيلية وبصرية جديدة، وذلك من خلال تكوين الكتلة بشكلها المعاصر، ويطلق أحياناً على هذه التشكيلات "عمارة الشكل التموجى" أو "العمارة التموجية" التى إعتمدت في نشاتها على التقنيات الرقمية وتطبيقاتها، فهى تحمل أشكال منحنية وأشكال رخوية مرنة لم يكن من الممكن الحصول عليها بوسائل التصميم والرسم التقليدية، وتحمل هذه العمارة التعبير عن المستقبل بصياغة حديثة، من خلال المحاولة للوصول إلى عمارة حديثة معاصرة متطورة تحقق قدراً كبيراً من المرونة ومن خلال الإتجاه الأمثل والطموح المعبر عن صراحة عن التكنولوجيا أمكن تحقيق ذلك بما تحمله هذه العمارة من ملامح مستقبلية عن العلوم والتقدم التقنى وما سيتم إكتشافه في عالم الغد، فمن خلال التقنية الجديدة أمكن التغلب على كثير من المشاكل التى كانت تواجه المصممين مع التوقع بمستقبل أفضل. وبذلك يمكن تأسيس رؤية مستقبلية للعمارة تعتمد صياغة أبعادها على ملامح التكنولوجيا مما تتضمن من خامات وتقنية حديثة، وهو ما يشكل بدوره المدخل لعمارة المستقبل التى تتسم بالمرونة والتحرر نتيجة إمكانيات تغير (الشكل– النسب–الألوان) كما أضيف لها مع مرونة الفراغ لإستخدام أكثر من وظيفة، وهذه الفراغات محكومة بقواعد وقوانين مستجدة أكثر تحررا من تصميم الفراغات الفيزيائية، ويتميز المنشأ الرقمي بإزالة الحدود بين الداخل والخارج، مع التمكن من التشكيل الخارجي الحر بإمكانية إبداع تكوينات لم يكن من الممكن تصميمها لإستحالة رسمها وتنفيذها بالطرق التقليدية، لكن أمكن رسمها بمساعدة البرامج الحديثة، إضافة إلى إستخدام التقنيات المعقدة في العملية التنفيذية، مما أثر على التشكيل المعماري بصورة شاملة في المشروعات الضخمة.



(شكل1) يوضح التصميم على الحاسب الآلى ودقة الخطوط بكل تفاصيلها المعقدة للمكتبة الوطنية في أستانا– كازخستان

2/1- الخامات الحديثة المطورة: تأتى أهمية دراسة الخامات الحديثة للتصميم الداخلى، حيث أن التصميم الداخلى يختص بدراسة العناصر التي تشكل الفضاء الداخلي في المبانى، من معالجات شكلية ووظيفية للأسقف والحوائط والأرضيات، فضلاً لمحتويات التأثيث، حيث يهتم علم التصميم الداخلى بالبحث في التركيب الفيزيائي للخامات التي تتكون منها هذه العناصر ونوعيتها وأثرها الحسي المنظور، كاللون والملمس والشكل، ويحدد علاقة هذه العناصر بعضها ببعض، فالمصمم الداخلي يتفاعل مع التصميم الداخلي الذي يحقق أداءً جمالياً ووظيفياً يتوافق مع التصميم المعمارى بكل خطوطه المستقيمة والمنحنية وغيرها من الخطوط، ومن هنا تأتى أهمية إستخدام الخامات المناسبة لتحقيق ذلك، وقد ساهمت الخامات الحديثة في تحقيق ربط العلاقة بين العمارة والتصميم الداخلى في المبانى المعاصرة وبإسلوب وظيفى، فالخامات الحديثة مصدر لا نهائي لإلهام المصمم، فقد توحي ألوان الخامات وقيمتها السطحية وصفاتها الأخرى للمصمم لإبتكارات عديدة ومتنوعة للفراغات الداخلية مما يدفع لإكتشاف المصمم للمعالجات التقنية الحديثة بطريقة سهلة، وأصبحت قيود الماضى للخامات غير موجودة مع الاساليب التقنية للمواد والخامات الحديثة المستخدمة في التصميم الداخلي الحالى. وقد فتحت الخامات الحديثة أفقًا أوسع

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

أمام المصمم، لتقديم حلول تنفيذية عملية وسهلة للكثير من المشاكل، التي كانت صعبة الحل، والتي كانت تتطلب الكثير من العمليات المعقدة والبحوث الخاصة، لإيجاد طرق وأساليب هي في النهاية غير مرضية بالقياس إلى الحلول التي قدمتها تلك الخامات في وقتنا الحاضر، ومع التطور صنعت بعض المواد والخامات الحديثة من مواد صناعية بديلة لتكون في مظهرها الخارجي قريبة جدًا من الخامات الطبيعية من حيث الشكل، وذلك بسبب المهارات العالية في المعالجة والتصنيع للتقنية الحديثة. إن ما وصلت إليه التطورات التقنية في صناعة مواد وخامات البناء والإكساء الداخلي التي تطرح يوميًا أصبح أمرًا مثيرًا للانتباه، هذه المواد التي تتمتع بمواصفات متنوعة وقدرات عالية من التطور وتتسم بتنافس غير مسبوق من حيث التنوع والمواصفات، وهو ما ساعد لظهور تصميمات جديدة تتوافق مع تلك الخامات، الأمر الذي يؤكد على أهمية تتابع المصمم الداخلي لتلك التطورات حيث أنه أصبح أمرًا أكثر الحاحًا من ذي قبل.[1]

2- أهم ما يميز الخامات من صفات:

إن تاريخ العمارة المعاصرة يمكن أن يتم تصنيفه بحسب مواد وخامات البناء التي كانت مستخدمة. فمن بداية القرن التاسع عشر حيث كان الإنتشار الواسع للمبانى الفولاذية والتي أدت إلى إنشاء الأبنية المرتفعة، من هذه البداية تحولت المواد من كونها وسيلة للبناء فقط إلى طريقة عمل وتفكير تتيح للمصممين قدرات أوسع وإمكانات إنشائية أكبر. لقد كانت ومازالت المواد التقليدية المستعملة في عملية إكساء الفراغات الداخلية محدودة في ميزاتها وخصائصها، أما مواد الحديثة المطورة فهي أكثر تنوعًا في أشكالها وصفاتها، وأصبحت اليوم خامات أساسية في أعمال التصميم الداخلي للعديد من المشاريع العالمية، وأصبحت مواد لايمكن الاستغناء عنها لصفاتها وخصائصها وقدرتها على خلق أجواء تتسم بالحداثة. إن التنوع الكبير لتلك الخامات لم يقف عند حد يمكن رصده، فالمنَتج الذي نراه اليوم بعدة أشكال وقياسات وألوان، نراه غدا بأشكال ومواصفات مختلفة تمامًا، وما كان بالأمس مناسبًا أصبح اليوم غير قادر على تلبية حاجاتنا، هذا التنوع الزم المصممين بأن يهتموا بالتفاصيل الكاملة عن الخامات الحديثة، الأمر الذي حّتم على المصمم الداخلي، معرفة واسعة بتلك التقنية الجديدة واحتياجاته الدقيقة، ومدى مناسبتها للمكان الذى يريد استعمالها فيه، و بدأت هذه المواد ترتبط بالعمارة بشكل وثيق حتى أن البعض قد اعتبرها تطورا طبيعيا للمواد عبر العصور من القرن التاسع عشر حتى الآن. حيث أن الخامات الحديثة جاءت لتقدم حلولا بصورة أكبر و أكثر فعالية.[7]

1/2- صفات الإثراء والتنوع: يعتمد مجال التصميم الداخلي على تنوع الخامات المستخدمة وصفاتها، فهي بمثابة الملهم للمصمم الداخلي، لما تتمتع به من ميزات وتنوع الألوان والملمس وطرق التشكيل، وبذلك فتنوع الخامات يثري هذا المجال، ويفتح أفقاً واسعاً أمام المصمم الداخلي لتقديم حلول تنفيذية عملية وسهله للكثير من المشاكل، فالتنوع الكبير في أنواع الخامات الجديدة وفي طرق الربط والتصنيع والمعالجة ساعد فن العمارة الخارجية والداخلية في هذا التطور، فإن تعدد الخامات الحديثة وإختلافها من ناحية الشكل والهيئة والملمس، هو ما أحدث نقطة تحول كبيرة في مفهوم العمارة المعاصرة ومفهوم الفراغ الداخلي بشكل خاص، وبظهور هذه الخامات والتقنيات، تحررت فضاءات المبنى من الشكل المحدد الثابت الذي فرضته أنظمة البناء التقليدية، وأصبحت مصدر إهتمام بالنسبة للمصممين، فهذه الخامات تساعد على الابتكار لكنها تحتاج مهارات تقنية تتناسب مع مواصفاتها وخصائصها، فإن ذلك يساعد على تحقيق الأفكار التشكيلية للمصمم الداخلى لتقديم تصميم معاصر يحمل الكثير من الحداثة والمعاصرة ضمن مفاهيم العمارة المعاصرة، بالإضافة إلى أن الخامات الحديثة والمبتكرة تسمح للمصممين بتقديم حلول أكثر حرية واستقلالية ومرونة عن الشروط القاسية التي كانت تفرضها التقنيات القديمة للمواد التقليدية، والتي كانت تتطلب إستخدام خامات معينة ذات هيئة وشكل محدد غير قابلة للتغيير.[2]

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

2/2- صفات التقنية: قضت التكنولوجيا الحديثة، وما جاءت به من تقنيات متطورة، على كثير من جوانب المهارات اليدوية، والتي أنتجت في العقود الماضية أعمال وتصميمات قيمة لازالت تدون بين كتب التاريخ والتراث، فحلت التقنية الحديثة مصحوبة بأدوات وماكينات فائقة القدرات في التشكيل والتنفيذ والتشطيب، وهى التى تعرف بالتقنية الرقمية (CNC) ذات القدرات العالية والمتعددة (شكل2)، إن الآلة لم تعد تحركها اليد كما كان في السابق، بل إرتبطت بالكمبيوتر الذي تولى أمر تحريكها بناء على أوامر وإحداثيات مخزنة من قبل المصمم وهى (البرامج)، لتقوم بالرسم والحفر والنحت والتشكيل والإنحناء واللحام وغيرها من مهام التنفيذ، وتتم بدقة تصل إلى درجة الإعجاز مقارنة بالعمل اليدوي، فدخول برمجيات الرسم الهندسي، أعطى الفرصة لتشكيل تصور دقيق لأفكار المصمم تتوافق مع الخامات المعاصرة وبعض من الخامات التقليدية، ومكن المصمم التصميم الداخلي والمعمارى من تجاوز العراقيل والعقبات التنفيذية مع سرعة التنفيذ، وهذا بدوره طور فكر المصمم نظرًا للتطور التقني المتسارع، فإن إستعمال المواد الحديثة يحتاج إلى مصمم مبدع يمتلك القدرات التقنية المعاصرة، مما يفتح الباب أمام المصممين للدخول في هذا العالم الجديد لكسر الفجوة الكبيرة بين التقنية التقليدية والمعاصرة.[7]

(شكل2) تشكيل على سطح معدني بواسطة الآلات

3/2- صفات الخامات التنفيذية: تغلبت التقنيات الحديثة للمعادن بشكل كبير على تلك المشاكل التنفيذية للإنشاء، واليوم تمتعت أعمال الإنشاء والإكساء الداخلي بالدقة والمتانة الإنشائية العالية، حتى وصلت إلى مستوى رفيع من الإتقان، ويعود ذلك إلى تصميم معظم الخامات الحديثة والتفصيلات المبتكرة المتعلقة بها بالبرامج وتفصيلها أيضاً بالميكنة الرقمية، الأمر الذي أسهم في إنجاز طرق تنفيذية على درجة عالية من الدقة لمعالجة عمليات الربط بين مختلف المواد المستخدمة في الإكساء الداخلى، وجميع مراحل التمديدات الداخلية بجميع أنواعها، لقد أدى الإستخدام الواسع للفولاذ في بداية القرن العشرين، إلى ثورة في عالم البناء، بعد أن كانت المواد الطبيعية كالأخشاب والحجر هى أهم خامات البناء معتمدة على المهارات اليديوية، ومع التطور التقنى ظهرت المهارات الفائقة للآلات والعدد الحديثة والمعتمدة كليًا على الحاسوب، وبشكل خاص في مجالات التشكيل والثنى الحفر والثقب والقص والربط، وقدمت دقة تنفيذية غير معهودة، فالتطور الكبير في الجوانب التنفيذية تغير جذرياً مقارنة بما كان سائدًا في السنوات السابقة، وقد تأثرت تكنولوجيا القولبة بهذا التطور حيث أصبحت أكثر مرونة عما سبق محققة أعلى درجات الدقة في التشكيل، وكما يتضح من المثال في (الشكل3) إستخدام خامة PVC في جميع جوانب التصميم الداخلى بمتجر كارلوس مايل في نيويورك Mile shop in New York (Carlos)، حيث إستخدمة الخامة وتم تنفيذها بطريقة القولبة في الجدران والأسقف وتكسية الأعمدة ضمن فراغ مستمر ممووج ومصقول، ذلك بفضل التصميم المبرمج والتقنية الرقمية. فأصبحت الخامات لها صفات المرونة والليونة في التشكيل ودقة عالية في التنفيذ.[6]

(شكل3) يوضح تنفيذ لخامة PVC

4/2- صفات خواص المواد: تتضح المرونة التشكيلية للمواد الحديثة مقارنة بتلك القديمة والتقليدية، بسهولة التعامل مع تلك الخامات من النواحي التشكيلية والبنائية للخامات، والتي تميزت بخفة الوزن، ودقة الصنع، وضئالة في السماكات، ومتانة في الإنشاء، وإمكانات كبيرة للربط بينها سواء أكان ذلك بين القطع المتشابهة في النوع والشكل، أو المختلفة في كليهما، ومن الخامات التى تحقق هذه الصفات منتجات البوليمر مثل اللدائن وغيرها، والألمنيوم والتيتانيوم على وجه الخصوص، فلهم دورًا متناميًا في عملية التشييد والإكساء، نظرا لخفة وزنه وسهولة تشكيلهم. فضلاً عما طرأ على جميع الخامات المعاصرة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

من جوانب تشكيلية لم تكن تعرف من قبل، وعملية الطلاءات والصبغات المتنوعة التى نتجت من خامات حديثة أصبحت تتوافق مع كل المواد وبطرق سهلة، وما طرأ على تشكيل المعادن ومسطحاتها، كذلك الزجاج وأساليب تشكيله وتعرجه والتمكن من تنفيذ الإنحناءات بيسر وبكل دقة وعمليات اللحام التى تتم بين أجزاءه بتقنية مبتكرة.[5]

3- أهم الخامات المطورة والحديثة النشأة:

الخامة هي المادة قبل أن يشكلها المصمم وتتحول في عمله إلى مادة جمالية، وتتضمن كل ما هو مادي وله صفة البقاء من مواد طبيعية أو صناعية، وقد إستخدم كثير من المعماري الخامات كعنصر من عناصر التصميم الداخلى، ومنهم (Richard May) كعملية اكساء المواد بالرقائق المعدنية (عملية تغليف بالمعدن) لخامات أخرى، وتعرف بالتغليف برقائق الالمنيوم والنحاس، أو لطلاء المعادن بالخامات الراتنجية، وهو ما يعرف بالطلاء البلاستيكى، الذى يستخدم بشكل متزايد في التكسية الداخلية والتشكيلات التصميمية المتنوعة في الأسقف والحوائط، وهذا التحول نتج من تطور الخامات المستمر، وكل ما تحمله البيئة من مواد قابلة للتشكيل وتحقق فكرة المصمم، والخامات الحديثة هى مواد قام الإنسان بتصنيعها وتطويرها لتلبي إحتياجاته المختلفة، ولكى تتوافق مع التقدم التكنولوجي، ومنها المعادن مثل الفولاذ والأخشاب المصنعة ومنتجات البوليمر واللدائن، وبدائل الرخام مثل الكوريان والأفونايت، والفيبر جلاس والعديد من الخامات الحديثة المستخدمة في العمارة المعاصرة خارجياً وداخلياً، وأهمها الأنواع التالية:

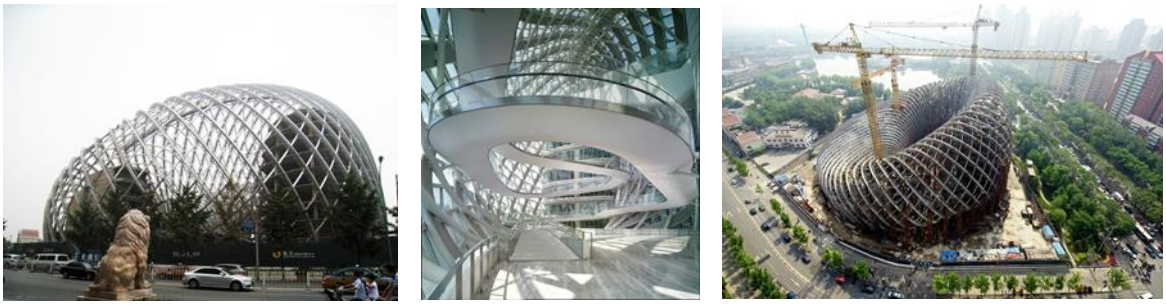
1/3- التيتانيوم: فمع ظهور التقنيات الرقمية ظهرت معها توظيف جديد للعديد من الخامات ومن هذه الخامات (التيتانيوم) لتقوم بدور فعال في العمارة والتصميم الداخلى، وهى فلز خفيف الوزن، قوى، ذو لمعان ومقاوم للصدأ، ومن اهم مميزات التيتانيوم أنه يدخل في صناعة سبائك مع معادن أخرى مثل الحديد والألومنيوم، وبذلك أصبحت من الخامات الأساسية في عالم التصميم الداخلى، ومن المعماريين المهتمين بالخامات المعدنية "Frank Jerry " حيث إهتم جيرى بالمادة المعدنية في عصرنا لما تنتجه من امكانية تشكيل أشكال حرة لا يمكن أن تتيحه مواد أخرى، وقد أكد جيري على إستخدام البرونز والنحاس، وإستخدم النحاس في تصميم فواصل داخلية لما لمرونتة العالية في الإنحناءات والتشكيل.[13]

2/3- الفولاذ: أكدت العمارة على مر العصور امكانياتها في استيعاب التطور التكنولوجي للخامات، مستثمرةً إياها لتوليد نتاجاتها ولتحقيق حالة من الابتكار والإبداع، وتسبب التقدم الملحوظ في تكنولوجيا المواد والخامات في تشجيع المعماريين على ابداع اشكال جديدة، وإنتشر نمطاً حديثاً للبناء في كثير من مدن العالم وهو يعرف بالعمارة المعاصرة، ويتمثل هذا النمط الحديث في إستخدام الفولاذ بدلاً من الأسمنت المسلح (الخرسانة) في تشييد "الهيكل العظمي "للبناء، ومع بداية إستخدام الفولاذ ظهر أكثر وضوحاً في ناطحات السحاب والبنايات الضخمة الأخرى، والفولاذ شائع جداً، حتى إن البعض لا يميِّزه عن الحديد، لكن إذا كانت سبائك الفولاذ تحوي الحديد عملياً بنسبة تزيد عن 98% عموماً، فإن سبب مقاومة الفولاذ الميكانيكية وصلادته تعود أساساً إلى الكربون، الذي تبلغ نسبته في الفولاذ 2%، في حين تعمل فلزات أخرى (نسبها من 1% إلى 5%) مثل الكروم والموليبدن والنيكل على تعزيز صلادة الفولاذ، أو مقاومته للتآكل. ويوضح (شكل4، 5، 6) نماذج لمبانى معاصرة إستخدم فيها خامة الفولاذ كخامة أساسية لتشييد المبنى وتكوين كتلته، كما كانت جزء رئيسى من الفراغ الداخلى وعنصر من عناصر التصميم الداخلى كما توضح الأشكال. وإزداد إستخدامه الفولاذ حديثا في التصميم الداخلي، لأن التقنيات الحديثة (ماكينات الثنى والتفريغ والرسم والتشكيل) وكلها تعمل بالحاسب الآلى وفق برامج الرسم، فجميع هذه التقنيات ساعدت على سهولة المعالجة من ناحية التشكيل والإنحناءات والربط الميكانيكي أو الرسم على المسطحات والتفريغ والطلاء للحماية من التآكل، الأمر الذى جعله سهلاً ليستخدم بسهولة في العمارة خارجياً وداخلياً. وتطورت صناعة الفولاذ وأصبح لها منتجات أخف وأمتن وأدوَم وذكية وأكثر مقاومة وأطول عمراً، وهي تتميز بلدانتها العالية جداً، وتحوي مقداراً استثنائياً من المنغنيز (20%)، كما توصل الباحثين في هذا على مواد تجمع بين اللدائن والفولاذ،

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

حيث تستخدم في مجالات عديدة منها البناء، وبتطور هذه التقنية أضافت ما يميز العمارة الحديثة، حيث تعتمد بشكل كبير على الأشكال الهندسية والتصميمات الغير متماثلة، في التصميم والإبداع والإبتكار.[8]

(شكل4) برج بوابة العاصمة دبى Capital Gate ويتضح منه إستخدام خامة الفولاذ لتشكيل المبنى وتظهر بداخله كعنصر تصميمى



(شكل5) استوديو تلفزيون بكين في الصين ((Beijing tv studio

(شكل6) Heydar Aliyev Center مركز حيدر عليف - أذربيجان

3/3- خامة الايرو المنيوم: خامة الايرو المنيوم Aero Formed Aluminum وهى من أحدث تقنيات الخامات، وهى عبارة عن ألواح رقيقة مموجة وتتسم بالمرونة وسهولة التشكيل، وتعتبر من الخامات الفريدة من نوعها ومثالية لمجموعة واسعة من التطبيقات الداخلية ويمكن طلاءها بأكسيد الالمنيوم، وينتج بمسطحات مستوية ومنحنيات متموجة وهى خامة مرنة مما يجعلها قابلة للطي، وتستخدم بكثر في تكسية الجدران والأسقف بتشكيلات متنوعة حسب التصميم، ويمكن إستخدامها في الأرضيات، حيث إستخدمهذه الخامة(ريم كولهاس) مكتب متروبوليتان للهندسة المعمارية، وقد ادرج في تقريره ارضيات الالمنيوم المستخدمة في تصاميم الفضاءات الداخلية، مثل منزل بوردو الفرنسي ومتجر في مانهاتن.[11]

4/3- خامات البوليمر: وهو مركب متعدد الاستخدامات ومرن يمكن إستخدامه في مجموعة واسعة من الأغراض، ومع الإبتكارات التكنولوجية التي تقود القدرات المادية إلى الأمام، يتم الآن أخذ البوليمرات مأخذ الجد كجزء رئيسى لأهم الخامات المعمارية، وتعتبر خامة البلاستك من الخامات المهمة في المعالجات الداخلية كونها تمتاز بسهولة التكوين للأسطح المنحنية التى تؤدى إلى إنتاج أشكال مبتكرة جديدة، وغير مألوفة مثل PP والبولي بروبيلين PE البولي ايثيلين، (PVC اللدائن الحرارية) والبولي فينيل ايبوكسي، والمطاط PU والبولي بوريثيف PS. وترجع أهمية إستخدام هذه الخامة نظراً لتطورها

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

في علوم التقنيات وأصبحت البوليمرات المعاصرة أحد أهم المواد المتداولة في شتى المنتجات، وتوسع إستخدامها في التطورات الأخيرة والإتجاهات المعمارية المعاصرة، فهى متعددة الوظائف، فتستخدم في التكسية والأسقف والأرضيات، وهى متعددة الألوان والأشكال ولها تأثيرات لونية وشكلية لخامات أخرى مثل أشكال الاخشاب الطبيعية وهى منتشرة بكثرة في معالجات التصميم الداخلى، كمعالجات الحوائط والأرضيات وغيرها، كما يمكن إستخدامها كغطاء لقضبان المعدن المستخدمة في الأسقف من الداخل فتضفى شكل جمالى للتصميم، كما تستخدم منتجاته في الأثاث وفى كثير من أدوات التشطيب في العمارة.[9]

1/4/3- اللدائن: تستخدم المواد المصنعة من اللدائن ومركباتها في الأغراض الإنشائية بالعمارة داخلياً وخارجياً، ولها خصائص تختلف عن نظائرها من الخامات التقليدية، وهى سهلة التشكيل وتحقق جميع خطوط التصميم المنحنية والمتعرجة وغيرها، وتعمد في صلابتها على نوع البوليمر المستخدم في تكوينها. ومن خصائصها أنها خفيفة الوزن لها كثافة بين 940-220 كجم/ م2 وتزداد صلابتها كلما زادت كثافتها، وتتميز بتنوع التطبيقات في العمارة.[8]

5/3- الفيبر جلاس fiberglass: يستخدم الفيبر جلاس في العديد من عمليات التصميم الداخلى والعمارة، بل له إستخدامات إنشائية مطورة ومنها الهياكل البنائية، والحوائط، وأسقف مدعومة، وتستخدم هذه الخامة على نطاق واسع لخفة وزنها وتأثيرها الجمالى، فضلاً عن إستخدامات كثيرة أخرى في مجالات متعددة. حيث تعتبر من الخامات الصديقة للبيئة ولا تسبب أى أضرار لها. ويتكون الفيبر جلاس من عدة مواد هى:

- مادة الجيلكوت jelcut وهي الطبقة الناعمة الاولي وهي مقاربة لطبقة الدهان وفي العادة يكون الجلكوت ابيض أو شفاف ويمكن إضافة الون وصبغات إليها.
- مادة الريزين polyster أو مايعرف بالبوليستر وهي المادة الأساسية في مركبات الفيبرجلاس وهي من الراتنجات.
- المنشف catles وهو مايعرف بالهاردنر أو (المجفف- المصلب) وهو الذي يستخدم لتجفيف المادتين السابقتين الجلكوت والريزين.
- الألياف الزجاجية fiberglass وما يعرف بالصوف الزجاجي وهي تأتي عادة على شكل رولات مثل رولات الأقمشة ولها عدة أنواع حسب الإستخدام المطلوب.[13]

6/3- حوائط وفواصل من خامات أسمنتية شفافة: وهى عبارة عن خامات تقليدية مضاف إليها خامات من الألياف البصرية التى تسمح بأنتقال الضوء من خلالها، وتعرف بالأسمنت الخفيف الشفاف، فهي من الخامات الحديثة نسبياً، وهي أيضاً ملائمة للعديد من الأعمال الداخلية حيث تتمتع بقدرة كبيرة على الطواعية من حيث التشكيل، ويمكن أن تصب في قوالب سابقة التجهيز وتتشكل وفق هيئة القالب، لذلك أصبحت تلك الخامة من مفردات التصميم الداخلي الحديث، ولها صفات متماسكة مثل الصلابة وتتحمل قوي الضغط والشد، وتتميز بخاصية إنتقال الضوء من خلالها بسبب وجود الألياف البصرية فى خليط الخرسانة كأحد مكوناتها (شكل7)، كما تستخدم في تكيسات الحوائط الداخلية والأثاث الحائطى، وتستخدم في تنفيذ السلالم. كذلك فهي تصلح للواجهات في البيئات المختلفة سواء كانت ساحلية او ذات درجات حرارة مرتفعة، وهى تحقق الأداء الوظيفى للتصميم في الفراغات بكفاءة عالية. فمن السهل إضافة الألوان إليها والتشكيلات المتنوعة بأنواع المعالجات المنحنية والمتعرجة وغيرها.[14]

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(شكل7) يوضح بعض من إستخدامات خامة الأسمنت الشفاف كخوائك خارجية وفواصل داخلية

7/3- خامة GRC: وتعتبر واحدة من أهم الخامات المعمارية المعاصرة والتى حققت نجاح كبير في العمارة والتصميم الداخلى، توصل لإبتكارها علماء من مؤسسة أبحاث البناء البريطانية وأساسها نوع من الفيبر يمكن أن يتحد كيمائياً في الوسط القلوي وبذلك يمكن إستخدامه في تسليح الوسط الأسمنتي والخرسانة وعرف هذا المنتج Glass Fiber Reinforced Concrete G.R.C وتتكون في صورتها المبسطة من الاسمنت والرمل ونسبة الأسمنت عالية، مضافاً إليها الألياف الزجاجية المقاومة بشكل خصلات يتراوح طولها ما بين (50-12مم) وهى عبارة عن ألياف زجاجية قلوية (A.R fiber) وهي ألياف زجاجية متطورة تكنولوجياً، لكي تتحد كيميائياً بالوسط القلوي (الوسط الأسمنتي) وتستخدم كخامة خارجية وداخلية، وتعتبر إحدى الخامات الأكثر طواعية المتوفرة للمصممين والمعماريين، ويمكن من خلالها تنفيذ جميع التشكيلات والتصاميم المختلفة لسهولة ومرونة إستخدمها بواسطة القولبة كما يوضح (شكل 8)، وتتميز بخفة الوزن، ويمكن إضافة جميع الألوان إليها صبغات ودهانات، وعمرها الزمني أطول من الخامات التقليدية، وذلك من خلال مواصفاتها الفيزيائية والكيميائية العالية. مع تخفيض التكاليف، وهي مادة شديدة الصلابة مقاومة تماماً للإحتكاك والكسر ومقاومة للتلوث من خلال إمكانية تنفيذها بأسطح ناعمة جداً وليس لها أي أثر ضار بصحة الإنسان.[3]

(شكل8) إحدى المبانى المستخدم فيها خامة GRC وهى مدرسة Learning Curves في الهند

8/3- تقنية LED: وهى تقنية حديثة تستخدم في العمارة والتصميم الداخلى بكثرة نظراً لأنها تحقق فوائد متعددة للتصميم، وLED هى إختصار لمسمى light-emitting diode (الصمام الثلاثى الباعث للضوء) وهى من التقنيات التى تتوافق مع جميع المسطحات بكل أشكالها مستوية وغير مستوية، مثل المسطحات المنحنية وغيرها من الخطوط، وتتميز تلك التكنولوجيا بكونها تعتمد على تكسية الجدران والأسقف بمجموعة من الأقراص الزجاجية الدقيقة الحجم ومن خلال برنامج للحاسب الآلى يتم التحكم في تشغيلها، فتتحول الجدران والأسقف إلى مسطحات تفاعلية متماشية مع التصميم الموضوع للفراغ الداخلى.[10]

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

4- تأثير التطور التكنولوجى لمواد البناء عل شكل الكتلة والفراغ الداخلى:

لم يقتصر دور التكنولوجيا الحديثة والمعاصرة فقط في تطويع البرمجيات لرسم مفردات جديدة للتشكيل المعمارى، بل إمتد دور التطور التكنولوجى لمجالات التشييد والإنشاء وتطوير مواد وخامات العمارة الداخلية، وأحدثت تطور كبير في صناعات متعددة كما تم ذكره لتقوم بدور كبير وفعال لدفع المصممين للإبداع والتكامل بين الكتلة المعمارية والتصميم الداخلى لها، وبذلك وفقاً لتوجهات العمارة العالمية المعاصرة. وأصبحت التكنولوجيا المستخدمة في كثير من المبانى هى المحرك الرئيسى للفكر التصميمى، فقد أدت متطلبات التنفيذ وما تحتاجه من مواد وخامات جديدة وما ينتج عنها من تشكيلات إلى بزوغ الأفكار المتجددة من منطلق تكوين كتلة المبنى، وكان للتقنية الرقمية دور بارز في ظهور مواد وخامات جديدة بطرق تنفيذية حديثة، فقد تفاعلت التكنولوجيا الرقمية لإنتاج خامات أكثر تطوراً يستخدمها المصمم في الفراغ الداخلى، حيث تم إنتاجها كنتاج لتداخل الخامات التقليدية مع أنظمة التقنية الدقيقة الحديثة، وأفرزت خامات لها خصائص متطورة ولها القدرة على الإحساس بالطاقة وتخزينها وإطلاقها حسب الحاجة، إضافة لكونها خامات خفيفة الوزن وقوية التحمل وسهلة التشكيل والتنفيذ وسهلة الفك والتركيب.[13]

5- أهمية الخامات لمواكبة التصميم الداخلى للمبانى المعاصرة:

ومن خلال عرض بعض النماذج المعمارية التالية للعمارة المعاصرة والتى يتضح من خلالها إسلوب الموائمة والتكيف بين الشكل الخارجى للمبنى والتصميم الداخلى، وذلك بفضل تقنية الخامات الحديثة التى أحدثت طفرة كبيرة في مجال التصميم، وهذه النماذج هى:

1/5- متحف غوغنهايم بإسبانيا Museo Guggenheim Bilbao: متحف "جوجنهايم بلباو" هو متحف للفن الحديث والمعاصر، صممه المهندس المعماري فرانك جيري، ويقع في بيلباو، إقليم الباسك، إسبانيا، وهو من أكثر المبانى المثيرة للإعجاب في الهندسة المعمارية المعاصرة، وتفرد بخطوط هندسية جديدة ومبتكرة ربما كانت هى بداية لتلك الخطوط المعاصرة، ويتميز المبنى بنوع من الخامات التى كست مسطحاته وهى خامة التيتانيوم، حيث تم الإستفادة منها في التكسية وأيضاً في الطلاء، ويتكون المتحف من مجموعة غير عادية من الأشكال الهندسية المنحنية والمقوسة والمتعامدة المتصلة والمترابطة فيما بينها، بحيث تؤلف تكويناً معمارياً ثلاثي الأبعاد غاية في الجمال والإبداع، ومغطاة بصفائح من مادة التيتانيوم، وقد استعان فرانك جيري في تصميمه بالحاسب الآلى وبرامج الرسم المتقدمة آنذاك للتغلب على التعقيد الرياضي والهندسي من جراء التعرج والالتواء على نحو أفعواني للجدران والزجاج. ومن المعلوم أن سماكة ألواح التيتانيوم المستخدمة قليلة جداً، وقد تم استخدام هذه المادة للعمل على إضفاء لمسة جمالية على شكل المبنى، وكذلك لحمايته من جميع المؤثرات الخارجية التي قد يتعرض لها بعد إنشائه. أما عن الحوائط والأسقف الداخلية فهى من خامات فولاذية بتشكيلات مختلفة منها الشبكية ومنها المثلثات، وتمت بطريقة هندسية معقدة عن طريق البرمجيات (شكل9)، كما إستعمل "جيرى" التيتانيوم في الطلاء الداخلى أيضاً، وللوصول إلى فراغات المبنى فيتم من خلال الرّدهة التى تربط بين صالات العرض على ثلاثة مستويات من خلال مجموعة من الجسور المنحنية الأضلاع والأدراج المموجة.[16]

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

2/5- مركز حيدر علييف Heydar Aliyev Center: هو أحد المراكز الثقافية المشهورة عالمياً للمعمارية زها حديد، ويقع في باكو ازربيجان، ويلاحظ من من خلال التصميم مرونة الخامات وتواصل اللغة الإبداعية بين الشكل الخارجى والتصميم الداخلى، ولقد لعبت الخامات دوراً بارزاً لتحقيق التوافق بين الخارج والداخل، وقد إستخدمت مجموعة من الخامات الحديثة فى المبنى، سواء في الجانب الإنشائى أو داخلياً، فالإسلوب الإنشائى إعتمد على خامات تعرف بالقشريات وهى من GRC مع خامة البوليمر المدعم بالألياف الزجاجية، وأما فيما يخص التصميم الداخلى فقد تنوع إستخدام الخامات ما بين الخامات المصنعة من البوليمر التى تعطى تأثيرات الخشب الطبيعى، وإستخدام الأخشاب الطبيعية بصورتها الأصلية (شكل 10)، ومن خلال التقنية العالية في أساليب التنفيذ تحولت الخامات إلى تشكيلات مرنة تمتاز بالليونة والدقة الفائقة في التجميع والربط والوصل بين الوحدات، وتظهر إمكانيات الخامات فى تشطيبات المبني ليُعطي هذا الشكل الانسيابي المبدع التكوين.[14]

(شكل10) يوضح إستخدام الخامات خارج المبنى وداخله وتواصل شكل الكتلة المعمارية بينهما

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

3/5- محطة قطار الملك عبد العزيز بالرياض: وهى إحدى المبانى الخدمية من تصميم المعمارية زها حديد، ويتضح من التصميم اللغة المعاصرة للفكر المعمارى الحديث، وطريقة إستغلال الخامات الفولاذية المغطاة بخامة PVC في الهيكل الخارجى ومعالجات التصميم الداخلى، و كما يتضح من (الشكل11، 12) حيث كان الفولاذ واللدائن هى الخامات الأساسية للبناء والمعالجات الداخلية في تكسية الجدران والأعمدة بجانب إستخدام خامة الإستنلستيل مع إستخدام طلاء التيتانيوم.

(شكل11) محطة قطار الملك عبد العزيز بالرياض ويظهر تكامل شكل المبنى من الداخل والخارج ومدى توافق الخامات لتحقيق الهدف التصميمى بينهما

وهي المحطــة الرئيسيــة التي تتقاطــع عندها عدة خطوط، وقد صممت لتكون خارج التصنيف المعتاد لمحطات النقل، نظراً لموقع المحطة وتوسطها مدينة الرياض، ومما ساعد على تحقيق التصميم وجود الخامات الجديدة التى ساهمت بشكل أساسى في بزوغ الفكرة وواقع التنفيذ كما يتضح من جوانب التنفيذ في (الشكل12).

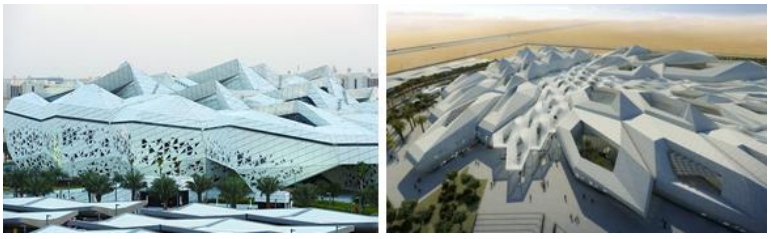
(شكل12) يوضح تكسية الفولاذ بخامة PVC بعد قولبة الخامة بالتشكيل المطلوب

4/5- مركز هونغ كونغ للأوبرا الصينية Xiqu center in Hong Kong: مركز Xiqu في هونغ كونغ للأوبرا للفنون والثقافة الذى تم بناءه على مساحة 13800 متر مربع، فمن الملاحظ تكسية غلاف المبنى من الخارج بواسطة أنابيب من الألمونيوم المعالج بطلاء التيتانويم، وتم تجميعها في أنماط متناوبة على طول جدار المبنى، وأثناء التشغيل يتم سحب هذه الأنابيب المعدنية المنسوجة للواجهة بلطف فتتحرك مثل الستائر في جميع أركان واجهة المبنى بمسارات وأشكال منحنية، وكانت خطوة مهمة لتأكيد التصميم المعاصر المبتكر بتكنولوجيا مطورة في معالجة المناظر الطبيعية ثلاثية الأبعاد، فى المنحنية، والشكل مستوحى من الفوانيس الصينية التقليدية وهى من خامات معاصرة لتعكس الطبيعة المتطورة للشكل الفني للمبنى، وهذه الوحدات (الفوانيس) تضاء بألوان مختلفة، وتم تصميم الواجهة لتشبه ستائر المسرح المنفصلة، ذلك بفضل توظيف الخامة التى وفرت استجابة للمتطلبات العملية والسمات الجمالية للتصميم، وبداخل القاعات أستخدمت خامات من اللدائن المعالجة بأشكال تشبة الخامات الطبيعية، وهذه الخامات لها القدرة على الإنحناء والتشكيل بسهولة وهذه من

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

مميزات الخامات الحديثة، كما هو واضح في فتحات الجدران بالمسرح الكبير (شكل13)، أما السقف فكان من شراح معدنية مغطاه بطلاء من التيتانيوم ومدعمة بالفولاذ لتساعد على إمتصاص الصوت داخل المسرح.[17]

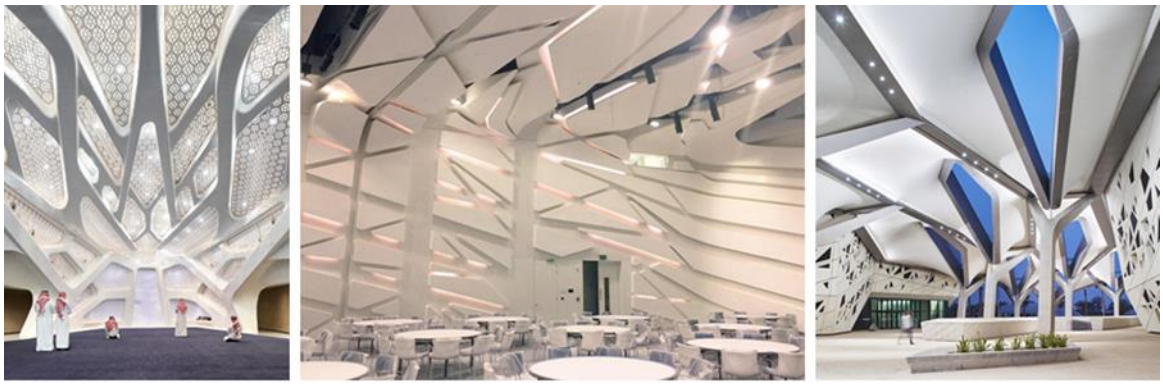
5/5- مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث: يقع مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث في الرياض وهو ما يعرف بإسم (كابسارك للطاقة)، وهو واحد من العديد من المشاريع التي صممتها زها حديد، ويقع على مساحة 17 فدانا، وجاء تصميم المركز على أشكال كريستالية متشابكة. ويتكون المركز من خمسة مبان، تشمل مركز المعرفة للطاقة ومركز المؤتمرات والمصلى ومركز الحاسب للطاقة ومركز الأبحاث. ويتضح من التشكيل المعمارى كسر الخطوط المستقيمة عاموديا وأفقيا، وإعادة تركيبها في توليفة جديدة، وهذا ما جعل التصميم مخالف لطبيعة الاستقامة والتقاء الخطوط في زوايا قائمة، وهكذا برز الشكل الكريستالى بحس جمالي. يتبنى تصميم المركز التوجهات التقنية والبيئية المعاصرة في محاولة لإيجاد منشأ قابل للتطور المستمر والتوسع المستقبلي والبلورات يبدو شكلها من الخارج ككتل حجرية ضخمة تقي ما في داخلها بينما تحتوي من الداخل على أفنية ذات نفاذية للهواء والضوء الخارجي. ويهدف التصميم إلى التعريف بأهداف المشروع التقنية والبيئية ويتعداها، لإيجاد منشأ ذو طبيعة عضوية حية. فالمشروع مصمم بنظرة نحو المستقبل من حيث التطور المستمر ومن خلال لغته المعمارية التي تهدف إلى المحافظة على ترابطه البصري. والخلايا السداسية التي يتكون منها المشروع ليست موحدة أو متكررة الشكل، بل صمم شكلها حسب تموضعها فيما بينها للإستجابة للتوزيع الداخلي، من خلال استراتيجية تشكيل فضائية تطوع تشكيل الفراغات الداخلية لمكونات المشروع وتوزيعها في الأماكن المناسبة لوظيفتها (شكل14). يتمتع تصميم المشروع بكتل شبه مصمتة من الخارج تأوي بداخلها أفنية مظللة ذات أشكال هندسية فريدة من نوعها، صممت بحيث توفر الإضاءة الطبيعية داخل المبنى،



(شكل14) يوضح تصميم كتلة المبانى وهي على شكل بلورات متجمعة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ولتشكل الأفنية بيئة ذات تهوية وسطية بين المناخ الخارجي الحار ومناخ المبنى الداخلي البارد المكيف. وقد سهل ذلك الهيكل الخلوي المستوحى من الأشكال البلورية، حيث تكون كل قطعة من المبنى معدة لإستقبال قطعة أخرى تلتصق بها لتكامل الوظائف بين جميع المبانى الخمسة بالمركز لدمج الإبتكار والأصالة في أبحاثة وأعماله، حصل التصميم على الجائزة البلاتينية في التصميم وجائزة LEED الذهبية الأمريكية. واستخدمت الخامات المطورة كما يظهر في (شكل15) بهو المركز والقاعة الرئيسية للمركز والمسجد، ويتضح من خلالهم أهمية الخامات الحديثة، وتبدو فيها العنصر الإنشائى بإستخدام خامة الفولاذ المغطاة بـقوالب من خامة PVC مع تكسية حشوات السقف بخامة البولى كاربونايت الشفاف لعبور الضوء، وتم تكسية مسطحات السقف المصمتة والجدران بخامة PVC بعد قولبتها بتشكيلات بلورية هندسية مختلفة التكوين، والملفت للإنتباه محاكاة الشكل الخارجى للتصميم الداخلى بنفس تأثير الخامات. والتصميم متناغم مع شكل الكتلة الخارجى للمبانى الخمسة.[18]



(شكل15) يوضح البهو وإحدى قاعات المركز والمسجد، ومن خلالهم تظهر قوة خامة الفولاذ المغطاة بـقوالب من خامة PVC مع تكسية الحشوات بخامة البولى كاربونايت الشفاف لعبور الضوء داخل حيز المسجد. وتناغم التصميم الداخلى مع الشكل الخارجى للمبانى الخمسة

6/5- مركز تشانغشا للثقافة والفنون Changsha meixihu international culture and art center:

وهو أحد المعالم المعاصرة بالصين ، يقام المركز على مساحة 115,000 مترًا مربعًا، وقد تمّ تصميمه على شكل تموّجات فريدة منفصلة تليق بصرح الثقافة والفنون، يتكوّن المتحف من مسرح ضخم يتّسع ل 1800 مقعدًا، ومتحف للفنّ المعاصر وقاعة متعدّدة الاستخدامات في مباني منفصلة ومتجاورة، والمبنى على شكل زهرة من ثلاث بتلات ولكل منها أداء وظيفته الخاصة ، فإنها جميعًا تكمل بعضها البعض وتشكل كليًا واحدًا، والشكل البنائى للمركز يتخذ أشكالاً مستقبلية تتميز بالتموجات الشبيهة بالشرائط (شكل15) ويرتبط الشكل في الداخل والخارج بنفس الإسلوب، التصميم هو ابداع وقدرة على تحريك الخطوط وتداخلها والتلاعب بها بشكل يكسر الاستقامة الثابتة وقلة الزوايا وجعلها دورانية افقيا وعموديا في الخارج والداخل، من خلال هياكله المنحنية المتموجة، التى تواصل بينها الترابط بقوة منتقلاً من خارج المبانى إلى جميع عناصر التصميم الداخلى، فداخل المبانى منظومة متكاملة من الخطوط والخامات الحديثة تمت بدقة فائقة رفم كثرة الخطوط المنحنية ووصل الخامات في جميع الإتجاهات، والإعتماد الكلى كان على خامة الفولاذ للكتلة الإنشائية، ثم خامة GRC المصنوعة بقوالب منحنية، وهى من الخامات الغير قابلة للتمدد والإنكماش فضلاً عن شكلها الجمالى بعد التشطيب، أما بداخل المبانى فكانت أكثر من خامة فقد أستخدمت خامة GRC في الكتل الكبيرة (شكل16) وخامات PVC بالألوان الخشبية لكسية الجدران كما جاءت بتصميمات عصرية، واستخدمت خامة PVC بكثرة في المسرح الكبير، وهى تعد من الخامات التى تستجيب للتشكيل في جميع إتجهاته كما هو موضح بقاعة المسرح الكبير (شكل) فقد جاءت أكثر الخطوط ملتوية ومنحنية ولذلك تم إستخدام الخامة المناسبة لهذا الغرض.[19]

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

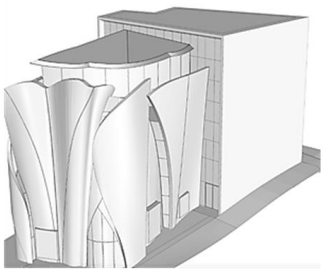
(شكل15) يوضح مبنى Changsha meixihu international من الخارج وإسلوب إستمرارية بإستخدام خامة GRC

(شكل16) يوضح إستخدم خامة GRC بداخل المبنى وقوة الترابط في التصميم بين الخارج والداخل بنفس الإسلوب

(شكل17) يوضح إنسجام تصميم المسرح الكبير للمركز مع الشكل الخارجى وإستخدام خامة PVC وطريقة إلتواء الخامة والتنفيذ بإتقان دون فواصل أو إنقطاع للتصميم

6- معالجة لواجهة أحد المتاجر بالخامات الحديثة:

واجهة متجر ديور(The House of Dior) في قلب حي تشيونغدام دونغ، سول، كوريا الجنوبية، للمصمم (كريستيان دي بورتز) 2015م والواجهة مستوحاة من شكل الزهرة التى تشبه غلاف يحيط بالمبنى، وتم تنفيذها من خامة الفايبر جلاس المدعمة بهيكل معدنى، فهى الخامة الأقرب والملائمة لهذا التصميم، لعدة اسباب اهمها خفة الوزن وقلة السمك والحماية من حرارة الشمس الخارجية، وسهولة الصيانة والتنظيف، والفكرة كأنها بتلات زهرة بيضاء كما في (الشكل18،19) وتم صياغتها بواسطة الحاسب الآلى ومن خلاله تم تحديد قياسات جميع أجزاء الغلاف، أما التنفيذ فتم بطريقة القولبة (شكل20)، وهى طريقة متبعة في صب الفايبر جلاس وبخامات أساسية مثل الألياف الزجاجية والبولى إيستر والمصلب أو مسرع التجفيف وتسمى "كيتون بيراوكسيد" وهى مادة للتماسك السريع، ويتم تكرار الطبقات على القالب إلى أن تصل هذه الطبقات للسمك المطلوب في طبقة واحدة، ثم الطلاء بخامة التيتانيوم ذات اللون الأبيض (شكل21) وتم عمل قوالب لجميع الأشكال التى جاءت بالتصميم، ويصل ارتفاعها لعشرين متراً وعرض بعضها يصل لسبعة أمتار، وهى تحيط بالمبنى مدعومة من الخلف بهيكل معدنى ومثبته به بطريقة الربط.[20]



(شكل18) تصميم المبنى وغلاف المتجر ببرامج الرسم على الحاسب الآلى

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(شكل19) يوضح شكل المتجر من الخارج على اليمين وعلى اليسار المطعم حيث ظهرت خطوط الزهرة متممة للتصميم الداخلى للمطعم من حواف المبنى وجاءت المظلة كما هى موضحة متناغمة مع التشكيل وبنفس الخامات

(شكل20) يوضح الألياف الزجاجية وقالب الصب ثم تجهيز سطح القالب بمادة الجيلكوت وهى الطبقة الناعمة

(شكل21) يتضح من خلاله التشطيب النهائي لخامة الفـايبر جـلاس بعد طـلانها بالتيتانيوم وتجيزها للتركيب.

الخاتمة:

تتميَّز الأعمال المعاصرة بالحداثة والانسيابية، وإنعكس ذلك على التصميم الداخلى، وقوة الترابط في الخطوط بين خارج المبنى وداخله، ما يجعل هذه الأعمال الهندسية أقرب إلى أن تكون أعمالاً فنية تشكيلية متكاملة بين الخارج والداخل، وساعد في ذلك التقنية المتقدمة للخامات، التى ساهمت بشكل كبير في ظهور العمارة المعاصرة بخطوطها الإنسيابية، وأصبحت هذه التصميمات الغير تقليدية هى سمة مميزة لعصرنا الحالى، فهى تُعبر عن المستقبل والتفوق التكنولوجى الذى أحدث ثورة في دنيا العمارة، وكما عبر عنها البروفيسور أندرياس روبي Andreas Ruby أستاذ نظريات العمارة، قائلاً: (أن هذه الأعمال تشبه سفن الفضاء تسبح دون تأثير الجاذبية في فضاء مترامي الأطراف ليس فيها جزء علوي ولا سفلي، ولا وجه ولا ظهر، فهي مباني في حـركة إنسيابية في الفضـاء المحـيط. ومن مرحـلة الفـكرة الأولية إلى مرحـلة التـنفـيذ تتـنوع الخامـات والتقنـيات التى تجعل المبنى مسـتقراً ومـتوافـق الشـكل والتكـوين بين التصـميم المعمارى والتصميم الداخلى)

وبذلك نجد أن التصميم الداخلى تأثر كثيراً من جراء تطور التقنية الحديثة التى شهدها العالم خلال عصر الثورة الرقمية، وقد شمل هذا التطور كل جوانب العمارة بما فيها خامات الفراغ الداخلى، حيث بدأ المصممون في إستخدام كل ما هو جديد ومتاح من مواد وخامات لتطبيقها وإستغلالها، ليصبح التصميم في حالة ذاتية من التجديد والتحديث الدائم بهدف خدمة الإبداع

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المعمارى. لقد تغيرت الأفكار والمعالجات الداخلية وفقا للشكل الخارجى، الذى تأثر بالتقنية الرقمية، وهكذا تتبدل وتتطور العمارة تبعاً للتطور التكنولوجى الذى سيشهده العالم لتصبح العمارة فن وعلم وصناعة دائماً وأبداً مرآة لكل تطور وتقدم تكنولوجى يشهده العالم المعاصر.[14]

النتائج:

- إن ما تشهده الساحة المعمارية عالمياً من تطورات تكنولوجية في الخامات، وتطور أساليب التقنية الحديثة سواء في التصميم المعمارى أو التصميم الدخلى، يمثل مرحلة جديدة تؤكد أن للخامات دور ذو اهمية كبيرة لها تأثير مباشر على تطور الشكل المعمارى.
- أثرت التكنولوجيا الرقمية المتمثلة في برامج الرسم بالحاسب الآلى بشكل كبير على ظهور مفردات جديدة للتصميم الداخلى والتشكيل المعمارى، وهو ما جعل من عملية التصميم عملية إبداعية دون عوائق، مما أفرز تشكيلات وتصميمات غير مسبوقة.
- الخامات الحديثة المطورة لها خصائص تكنولوجيا تمكنها من القدرة على التشكل والتكيف مع جميع الخطوط، وذلك لما تتمتع به من إمكانات واسعة في التشكيل الحر، لتظهر توجهات معمارية معاصرة.
- نتيجة التطور التكنولوجى للخامات وتطور تقنية مجال التنفيذ سيحظى المصممون في المستقبل القريب بخبرات واسعة لملاحقة هذا التطور السريع، خاصة بعد أن ساهمت برامج الرسم بالحاسب في تصحيح الأخطاء قبل التنفيذ، وهذا متاح الآن لجميع العاملين في مجال التصميم الداخلى.
- إن المصمم الداخلى هو جزء من البيئة والمجتمع يتفاعل ويتكامل معهم بمعطياته المتجددة في تطور منظومات التخصص المستمرة ومنجزات العصر مما أوجب عليه التفاعل إيجابياً مع ما يقدمه العلم من خامات ومواد البناء والتشطيب وينقله إلى المجتمع في صورة أعمال.

التوصيات:

- مع تعاظم دور الخامات الحديثة يتوقع أن تحدث تغيير جذرى في تصميم الفراغ الداخلى، وبالتالى تغيير فلسفة التصميم التقليدية فضلاً عن تطور الأداء والوظائف المختلفة مما يتطلب من المصممين إعادة دراسة وفهم أنواع الخامات الحديثة.
- ضرورة سعى المصمم الداخلى إلى الإستفادة من جميع أوجه التطور التكنولوجى للخامات والتقنية التنفيذية لها، وما يتعلق بالتصميم المعمارى من تجدد في مفردات جديدة وحديثة للتشكيل المعمارى المعاصر، وتوظيف الخامات الحديثة بما يتلائم مع هذه المفردات، حتى لا يبتعد عن التطور التكنولوجى المعمارى الحادث في عصرنا هذا.
- إن التطور التكنولوجى وإنتشار الإسلوب العالمى في التصميم الداخلى والعمارة أصبح امر واقع، لذلك فمن الضرورى أن يبحث المصمم الداخلى عن التوجهات الفكرية المتجددة والتأثيرات التى تبعتها في تغيير النمط المعمارى، ولا يهمل الجوانب التكنولوجية التى تعبر عن روح العصر.
- ضرورة البحث في مستقبل التطور التقنى وما يتضمنه من خامات حديثة متنوعة وتكنولوجيا رقمية ساهمت في تيسير الجوانب التصميمية والتنفيذة وتطبيقاتها، وبكل التفاصيل الدقيقة التى كانت بالأمس بعيدة عن التحقيق والتنفيذ، التى غيرت من الشكل المعمارى المنسجم والتناغم مع التصميم الداخلى.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المراجع:

1-أسعد حسن علي مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية المجلد الخامس والعشرون- العدد الأول 2009.
Asead Hasan Ali, majalat jamieat dimashq lileulum alhandasia, almujalid alkhamis waleishrun- aleadad al'awal 2009.

2- بغدادى، مصطفى عدلى- نظريات العمارة (دراسة التغيير في الفكر المعمارى الغربى عبر التاريخ) النشر العلمى والمطابع جامعة الملك سعود- الرياض 2009.
Baghdad, Mustafaa Adli- nazriaat aleamara (draasat altaghyir fi alfikr almueamaraa alghurbaa abr altaarikh) alnashr aleulmaa walmatabe' jamieat almalik saud- alriyad 2009.

3- جيهان فايز عبد العزيز- الاسمنت المدعم بالألياف الزجاجية G R C كخامة جدارية ودوره في الارتقاء العمرانى - مجلة كلية الفنون الجميلة- القاهرة 2002.
Jihan Fayiz Abd Alaziyz- alaismant almudaam bi al'alyaf alzujajia G R C kakhamat jadariat wadawrih fi alairtiqa' alomran - majalat kuliyat alfunun aljamyl- alqahira 2002.

4- حسن، نوبى محمد- قيم الإبداع في التصميم المعمارى- مجلة تقنية البناء- وزارة الشئون البلدية العدد السادس- الرياض 2005.
Hasan, Nubi Muhamad- qiam al'iibdae fi altasmim almueamaari- majalat taqniat albna'- wizarat alshuyun albaladia aleadad alsads- alriyad 2005.

5- سمارة محمد زهير- دليل صناعة المواد الإنشائية- دار مجدلاوي للنشر والتوزيع- عمان 2003.
Samara Muhamad Zahir- dalil sinaeat almawad al'iinshayiya- dar majdalawi lilnashr waltawzie- amman 2003.

6- شنيارة بول- اختيار مواد البناء والإكساء من خلال مواصفاتها البيئية- مجلة جامعة دمشق- مجلد ١٨ العدد الثاني 2002.
Shaniara Bawla- aikhtiar mawad albina' wal'iiksa' min khilal mwasafatiha albei'ya- majalat jamieat dimshq- mujalad 18 aladad althani 2002.

7- عصام الدين، محمد- التطور التكنولوجى كمدخل لعمارة القرن الحادى والعشرين- رسالة ماجستير كلية الهندسة جامعة القاهرة 2004.
Essam Aldiyn, Muhamad- altatawur altuknuluji kamadkhal lieimarat alqarn alhadi waleishrin- risalat majstayr kuliyat alhindasa jamieat alqahira 2004.

8- علي، أسعد حسن- المواد الحديثة في الاكساءات الداخلية- مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع عمان- الأردن 2008.
Ali, Asaad Hasan- almawad alhaditha fi al-iksa'at alddakhilia- maktabat almujtama' alearabii lilnashr waltawzie aman- al'urdun .2008

9- كامل، أحمد- العمارة والتكنولوجيا- رسالة ماجستير كلية الهندسة جامعة الأزهر 2012.
Kamil, Ahmad- aleamara waltuknuwlujia- risalat majstayr kuliyat alhindasa jamieat al'azhar 2012.

10- مجلة جامعة أم القرى للهندسة والعمارة- المجلد الخامس العدد 1- نوفمبر 2013.
Majalat jamieat umm alquraa lilhindasa waleimarat- almujalad alkhamis aladad 1- November 2013.

11- Arthur lyons - Materials for arehitects and builders- third edition - published - by Elsevier brtish 2009.

12- Bryan, Harvey (1991). "Le Corbusier and the "Mur Neutralisant": An Early Experiment in Double Envelope Construction". Proceedings of the Ninth International PLEA Conference. pp. 257–62. 2.^ Braham, William (2005).

13- Gyulagebestyen . New Architectwe and technologe . Gillinghamkent, uk. First published 2003.

14- Richard Weston, Buildings of twentieth century, Laurence King Publishing, London 2004.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

15- Sam.KuBBa. Space planning for commercial and . Residenti Al Interiors , United states , 2003 .p289-292.
16- http://creative-architecture96.blogspot.com/2016/07/blog-post_13.html
(تاريخ الزيارة 2020/5/3)
17- https://www.archdaily.com/912940/xiqu-centre-revery-architecture
(تاريخ الزيارة 2020/5/12)
18- https://mtnsh.com/188641 (تاريخ الزيارة 2020/5/17)
19- https://injarch.com/ar/zaha-hadid-designs-the-latest-cultural-center-in-china/
(تاريخ الزيارة 2020/6/11)
20- https://archello.com/story/36293/attachments/photos-videos/119 (تاريخ الزيارة 2020/6/15)

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com