أثر تقنية الطي على تصميم الواجهات المعمارية وعلاقته بالتصميم الداخلي

The Impact of folding technology on the design of architectural facades and its relationship to interior design

أ. د/ أشرف حسين إبراهيم

استاذ التصميم البيئي بقسم التصميم الداخلي والاثاث - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

Prof. Ashraf Hussian Ibrahim

Professor of Environmental Design at the Department of Interior Design Faculty of Applied arts – Helwan University

ashrahus@gmail.com

أ.د/ أميمة إبراهيم قاسم

استاذ تصميم الاثاث بقسم التصميم الصناعي بكلية التربية - جامعة حلوان - وكيل كلية الفنون التطبيقية لشؤون التعليم والطلاب - جامعة ٦ أكتوبر

Prof. Omayma Ibrahim Kassem

Professor of Furniture design at the department of Industrial Design Faculty of Education – Helwan University and Vice Dean for Education and Student Affairs Faculty of Applied arts – October 6 University

kassimomayma56@gmail.com

م.م. ريهام محمد محمود قاسم

مدرس مساعد بقسم التصميم الداخلي بكلية الفنون التطبيقية – جامعة ٦ أكتوبر

assist. Lect. Riham Mohamed Mahmoud Kassem

Teacher assistant at the department of Interior and furniture design, faculty of applied arts, October 6 University

rihamkassem.rk@gmail.com

الملخص

يُظهر الفكر التصميمي إمكانية تنفيذ تصميمات الطي الورقية بخامات صناعية بديلة , مثل : الورق , الكرتون , المطاط , بولي كلوريد فينيل , بولي بروبلين , بولي ايثيلين , الأقمشة , وخامات طبيعية , مثل : الجلود , النحاس , الألمونيوم , خشب الأبلاكاج , مما ادى إلى توسيع نطاق استخدام تقنية طي الورق لتشكيل نماذج أكبر حجماً وأكثر سماكة وشدة . اعتمدت العملية التصميمية على هذا النهج والتي تمثلت في تحقيق قيم الفكر الإبداعي للتصميم الداخلي المستمد من تقنية الطي , وكيفية التعامل مع مفردات التصميم الداخلي بشكل ديناميكي بحيث أمكن حل مشكلات التصميم الداخلي المستلهم من فن الطي من خلال منظور عالمي يتفق مع مبادئ الفكر المعاصر

الكلمات المفتاحية

الطي,الواجهات المعمارية, التصميم الداخلي,تقنيات التصنيع الرقمي

Abstract

External and internal architecture is distinguished from all arts in that it deals with the basic three dimensions "length, width, and height" as well as the fourth dimension, which is time. In the art of photography, for example, man deals with two dimensions in addition to the dimension of time, but the person remains outside all these works, looking at and watching them. As for architecture, it represents a huge structural sculptural piece that a person

approaches, enters, and walks in enjoying, examining it at all levels in a chronological sequence and within a certain schematic scale.
The design thought shows the possibility of implementing paper folding designs with alternative industrial materials, such as: paper, cardboard, rubber, polyvinyl chloride, polypropylene, polyethylene, fabrics, and natural materials, such as: leather, copper, aluminum, plywood, which led to an expansion Scope of using paper folding technology to form larger, thicker and more intense models. The design process relied on this approach, which was represented in achieving the values of the creative thought of interior design derived from the folding technique, and how to deal with interior design vocabulary dynamically so that it was possible to solve interior design problems inspired by the art of folding through a global perspective consistent with the principles of contemporary thought.
Spectral process means the physics of adaptation in the theory of chaos or disasters, while in architecture, the concept of folding expresses a technique of origami art, which is the process of bending one layer upon another layer, and while the folding process appears as if in its content a process of repetition of the form, it is theoretically considered a subjective process As it does not delete or add any elements that make up the shape, and it is considered a precise process that addresses one of the most quality characteristics of the shape, which is the transition from one dimension to another (the second dimension to the third dimension), and it is also a process that involves changes that expand the geometric qualities of the element while maintaining with its topology.

Keywords
Folding, Architectural facades, Interior design, Digital fabrication techniques

المقدمة
يعتبر الطي تقنية ذات إمكانيات وافرة حيث تبتكر فراغات ذات أحجام مختلفة من خلال التشكيل في السطح المستوي , فهو تطور ديناميكي مفتوح حيث ينشأ ويتطور التصميم خلال فترات متتالية من التشكيل في البناء وحتى الوصول للنتيجة المطلوبة , ويظهر من خلال البحث والتحليل ارتباط فكر الأوريجامي بمعظم الحركات الفنية والاتجاهات الحديثة في العمارة والتصميم من خلال الالتقاء في العديد من المفاهيم والمعايير التصميمية المشتركة كذلك التشابه في السمات الإنشائية والمعمارية, وبينما تبدو عملية الطي كتكرار للشكل إلا أنها تعتبر عملية ذاتية, حيث لا يتم إضافة أو حذف أي عنصر من عناصر من الشكل، فهو يتحول ويعود إلى وضعه السابق , وهي أيضاً عملية دقيقة تخاطب واحدة من أكثر صفات الشكل وجودية وهي "الانتقال من بعد إلى البعد الأخر"، ظهر في القرن العشرين العديد من النماذج التجريبية لتقنيات الطي في العمارة واستمر تطور هذه التجارب إلى أن تمكن العديد من المصممين والمعماريين من الوصول إلى أسس ومعايير محددة في تقنية الطي مما جعل منها أسلوب جديد لتشكيل العمارة الخارجية وانعكاس هذا التشكيل على الحيزات الداخلية.

مشكلة البحث
نتيجة التطور التكنولوجي الذي تلى الثورة الصناعية في القرن الثامن العاشر وتبعاتها التي توالت الى القرن الواحد والعشرون بدأت الحركات الفنية والمعمارية في التطور حتى وصلنا إلى ما يعرف بعمارة الطي والمستلهمة من فن الأوريجامي القديم , ,وبسبب ظهور العديد من الأنماط المعمارية الحديثة نشأت بعض المشاكل في الفراغات الداخلية, وهو ما تطلب التعريف

بمفهوم عمارة الطي كفكر فلسفي وتقنية تصميم مبتكرة من شأنه ان يساعد على حل المشكلات التي تظهر في التصميم الداخلي.

هدف البحث

- ابراز حجم البعد الوظيفي والتكنولوجي للتصميم الداخلي المنعكس من تقنية الطي.

فروض البحث

- استخدام التقنيات الحديثة في الخامات يستطيع تحقيق أقصى استفادة من الحيز الداخلي الناتج عن عمارة الطي.
- بالاعتماد على سمات تقنية الطي يمكن رفع المستوى الجمالي والتقني لعناصر التصميم الداخلي.

منهج البحث

يتبع البحث المنهج الوصفي والمنهج التحليلي.

محاور البحث

المحور الاول :

التعريف بعمارة الطي.

المحور الثاني :

الأنظمة التصميمية المستخدمة في عمارة الطي والتصميم الداخلي.

المحور الثالث :

نماذج تحليلية لبعض المشاريع المعمارية التي استلهمت من عمارة الطي.

استخلاص النتائج

التوصيات

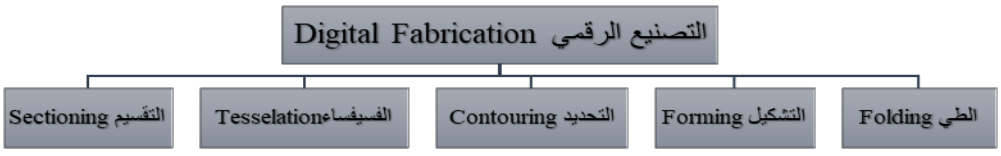
1- تعريف عمارة الطي

(1-1) مفهوم الطي [٢] (ص١٧)

في علم الفيزياء يقصد بعملية الطي: التكيف في نظرية الفوضى او الكوارث , اما في العمارة فان مفهوم الطي يعبر عن تقنية من تقنيات فن الأوريجامي وهو عبارة عن عملية ثني طبقة فوق طبقة أخرى ,وربما تظهر عملية الطي في مضمونها على أنها عملية لتكرار الأشكال لكن نظرياً تعتبر عملية ذاتية ولا يتم فيها حذف أو إضافة لأي عناصر أخرى مكونة للشكل , كما أنها تعتبر عملية دقيقة تعبر عن الانتقال من بُعد إلى أخر(من مسطح ثنائي الأبعاد إلى ثلاثي الآبعاد).

(1-2) أصل تقنية الطي [١٤]

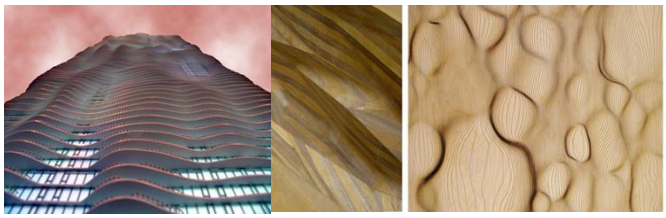
وتندرج تقنية الطي تحت مصطلح التصنيع الرقمي Digital Fabrication والذي ينقسم إلى عدة تقنيات أهمها :



مخطط (١) يوضح العمليات التي يحتويها التصنيع الرقمي.

(١-٢-١) تقنية التحديد Contouring :

هي تقنية مطروحة تقوم بإعادة تشكيل السطوح لإنشاء عمليات إزالة ثلاثية الأبعاد من خلال إزالة الطبقات المتعاقبة من المواد .



صورة (١)توضح استخدام تقنية التحديد الرقمية في العمارة وتطبيقها على أحد الواجهات المعمارية.

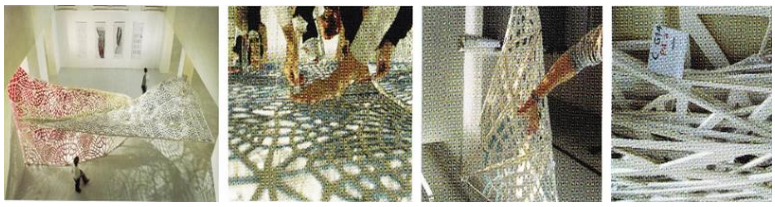
(١-٢-٢) تقنية التقسيم Sectioning

يستخدم التقسيم سلسلة من التشكيلات ، التي تتبع حوافها خطوط الهندسة السطحية. هذا النهج يبسط عملية التصميم ، مما يجعل المقاطع متوازية و متسلسلة.

صورة (٢) تقنية التقسيم واستخدامها في أحد المشاريع الطلابية ,وهو عبارة عن جناح تم تصميمه وتجميعه في نفس الموقع.

(١-٢-٣) تقنية الفسيفساء:Tessellation

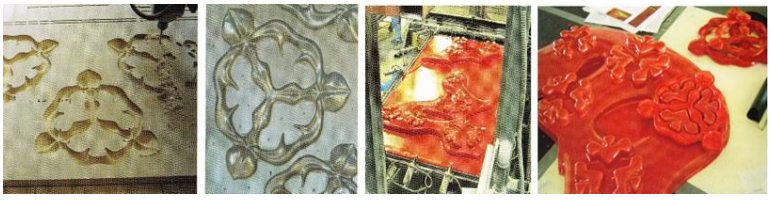
هي عبارة عن مجموعة من التشكيلات التي تتلاءم معًا بشكل مسطح لتشكيل المساحة العامة أو المجسم . تظهر تقنية الفسيفساء المعمارية ضمن شكل أنماط شبكة مبلطة ومعروفة رقميا.



صورة (٣) توضح أحد عمليات تصميم وتنفيذ مشروع بتقنية الفسيفساء الرقمية.

(١-٢-٤) تقنية التشكيل Forming :

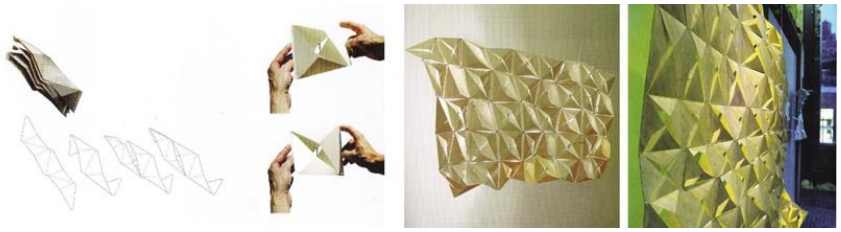
ان تقنية التشكيل تعتبر مفيدة اقتصاديًا حيث تتضمن استخدام القوالب لتوليد مكونات متعددة يتم تجميعها فيما بعد للحصول على الشكل المطلوب.



صورة (٤) توضح مراحل عملية التشكيل في قوالب.

(١-٢-٥) تقنية الطي Folding :

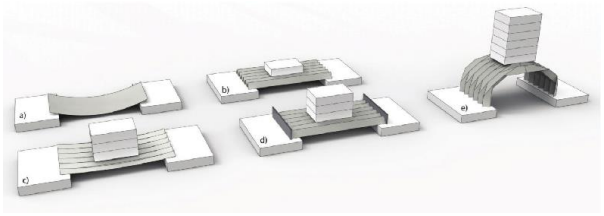
يحول الطي سطحًا مسطحًا إلى سطح ثلاثي الأبعاد ، مما يتيح ظهور مساحات وحدود بصرية جديدة دون فقدان الخصائص المتأصلة للمادة أو الخامة. وهي التقنية التي سوف يتم تناولها من خلال هذا الفصل والتركيز عليها من خلال مفهوم عمارة الطي.



صورة (٥) توضح مراحل عملية الطي وتحويل خامة من حالتها كشكل مسطح غلى شكل ثلاثي الأبعاد.

(١-٣) الإنشاء القابل للطي:

الإنشاء القابل للطي هو تجميع لأجزاء سابقة التصنيع و عناصر يمكن أن تتحول من الشكل المنغلق الذي يأخذ أقل حجم ممكن أو الشكل المنطوي إلى الشكل المتمدد المقدر سلفاً والمتزن بشكل كامل والقادر على تحمل الأحمال الواقعة عليه. الكفاءة الوظيفية وجدوى هذا النوع من الإنشاء لا تعتمد فقط على الوضع النهائي للمنشأ عند مقاومته للأحمال ولكن تعتمد أيضاً على استجابة المنشأ أثناء عملية الفك والطي. فمعايير التصميم اللازمة لإتمام عملية الفك والطي تجعل هذا النوع من الإنشاء مختلفاً تماماً عن الإنشاء المعتاد تقليدياً!

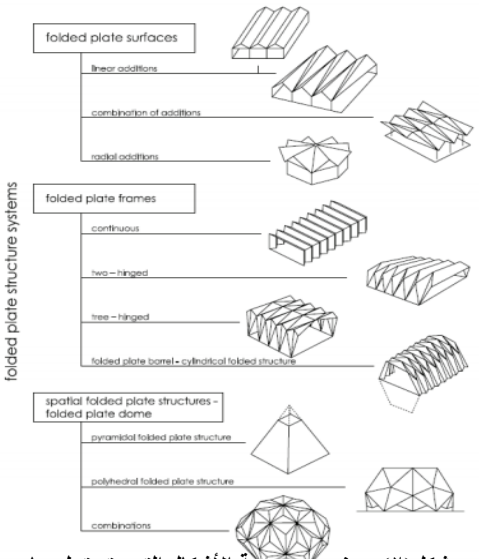


شكل (١) يوضح كيف أن تقنية الطي تزيد من صلابة المجسم.

(١-٤) الطي كوسيلة لتوليد أشكال هندسية مجسمة في مجال العمارة الداخلية: (٢) (ص ٤٨)

لقد تطور مفهوم السطح في العمارة الداخلية المستمدة من فكر الطي ليصبح السمة الرئيسية في هذا المجال , حيث ارتبطت الأسطح في علم معرفة فن الأوريجامي بالتقنيات البيانية والتشكيل الرقمي المستخدم في عملية التصميم الداخلي لتتجسد من خلال تفعيل مبادئ (الاستمرارية- الإنحناءات وتكوين الطبقات) ويتم ذلك من خلال بعض الأفعال الدلالية المستخدمة في فن الأوريجامي مثل " الطي – الفرد – طوبولوجيا - استراتيجية الفراغات - مرونة المسارات الديناميكية – التناقضات ".

تتألف النماذج الورقية من أشكال هندسية مثل المستطيلات والمربعات والمثلثات التي تتكون من خطوط يمكن طيها لتكون وحدات مجسمة تستخدم كعناصر محددة ومشكلة للفراغ وهناك



شكل(٢) يوضح مجموعة الأشكال التي يتم توليدها عن طريق تقنية الطي.

احتياجات وظيفية تقود العملية الفكرية للتصميم حتى الوصول الى مرحلة ظهور التصميمات النهائية لتتوافق مع النظريات الهندسية لتقنية الطي.

2- أنظمة التصميم المستخدمة في عمارة الطي والتصميم الداخلي

(٢-١) أثر عمارة الطي في إثراء الفكر التصميمي للعمارة الداخلية:

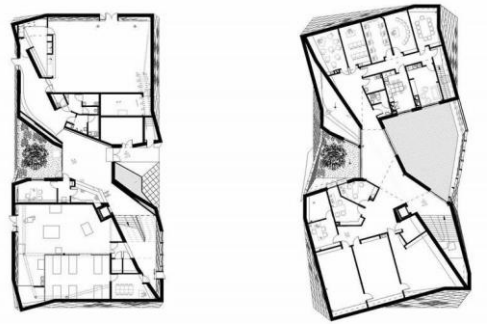
إن مفهوم الطي يعد بمثابة تطور ديناميكي حر يمكن من خلاله استنباط تصميم مبتكر من خلال عده مراحل متتابعة, أهمها تحليل المشاكل الموجودة في الفراغ الداخلي ومن ثم تجميع الأفكار المبتكرة التي من شأنها معالجة تلك المشاكل من خلال استخدام أدوات تقنية الطي من خلال استخدام طرق التصنيع الرقمية التي تساعد على خلق النماذج المركبة للمشروع بالكامل وإمكانية محاكاة الحلول التصميمية بشكل واقعي.

في عمارة الطي يؤثر السطح الخارجي على خلق حالة مركّبة من الظل والضوء , بينما يحقق الصلابة لهيكل المشروع , وتوفر المساحة الداخلية المقلوبة حيزا ديناميكياً يضم أغراضا متعددة من العناصر المشكلة , ويظهر ذلك من خلال تصميم المركز الثقافي في مولهوز في فرنسا من تصميم بول لي كيرنيك Paul Le Quernec , صورة(٧).

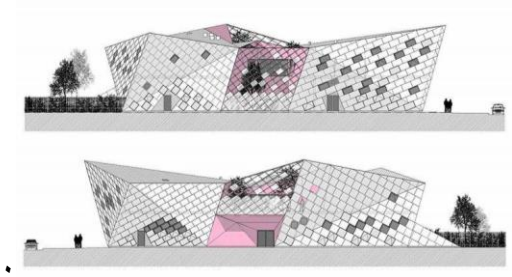
صورة (٦) مبنى المركز الثقافي في مولهوز فرنسا من تصميم بول لي كيرنيك Paul Le Quernec, والمستلهم من تقنية الطي.

صورة (٧) توضح انعكاس الإضاءة الطبيعية خارج المبنى على الداخل ,وتوزيع الإضاءة الصناعية داخل الفراغ الداخلي والتي من شانها تعزيز كفاءة أداء الوظائف داخل الفراغ.

صورة (٨) توضح شكل الفتحات والنوافذ الداخلية والخارجية للمركز الثقافي.



شكل(٣) يوضح المساقط الأفقية للمركز الثقافي وتوزيع الوظائف الداخلية من خلالها.

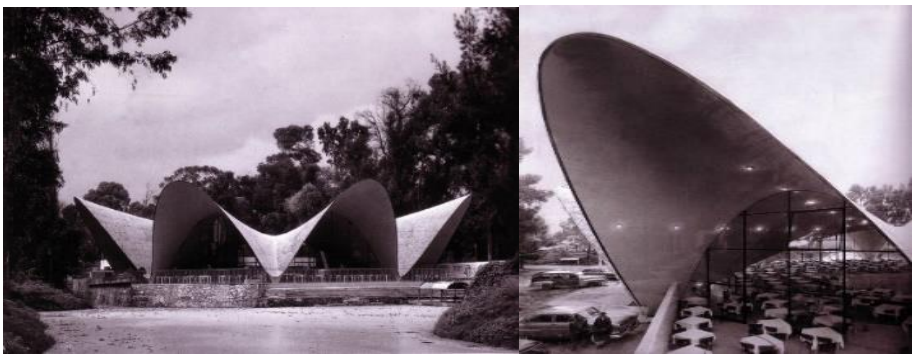


شكل(٤) يوضح الواجهات الخارجية للمركز الثقافي.

(٢-٢) نشأة الفراغ الداخلي كنتيجة للتصميم بتقنية الطي :

يعتبر التصميم الداخلي علماً قائماً بذاته ومرتبط بالعمارة , حيث يتضمن مجموعة من الدراسات التي من خلالها نستطيع الوصول إلى التكامل بين الجانب الوظيفي والجمالي في الفراغ , وهناك بعض العناصر الهامة التي يحقق منها المصمم الداخلي عدة متطلبات داخل الفراغات المستمدة من تقنية الطي, ومنها :

- البعد قدر المستطاع عن المساحات المطوية المغلقة لتشترك بصرياً مع فراغات أخرى لإضفاء اتساع حقيقي لمساحة الفراغ الداخلي.
- محاولة البعد عن الهدر في المساحات في بعض مواطنها في المخطط المعماري كالممرات والمدخل ومواقع التوزيع لأنها في العادة مساحات غير مستغلة.
- التناسق والتكامل بين الفراغ الناتج عن الأشكال المعمارية المطوية ووظيفته.
- دراسة الواجهات الخارجية لمنشآت عمارة الطي لتعكس جماليات الفراغات المطوية من الداخل.



صورة (٩ أ,ب) كنيسة لوماس" "the Chapel Lomas de Cuernavacaأشهر أعمال المعماري فيليكس كاندلا , وهو من رواد استخدام الخرسانة المعززة بالألياف في عمليات التشكيل المعماري وعمل هياكل مطوية كاملة بها.

(٢-٣) السمات المميزة للتصميمات المستلهمة من تقنية الطي في مجال العمارة الداخلية (٢) (ص٥١)

1. الإنحناء , المرونة , التنوع والقابلية للطي وبالتالي التنوع في الحركة.
2. تتسم التصميمات المستلهمة من فكر الطي بالقدرة على الانكماش والانتشار بشكل يحقق اتزان الأسطح.
3. تتميز طبيعة بعض الخامات المستحدثة بقابليتها للطي والتقلب حيث يمكن تشكيل أشكال عديدة للتكيف مع الحيز المحيط.

(٢-٤) توافق الوظائف مع الفراغ الداخلي ذو التصميم المستمد من فكر الطي (٢) (ص٥٢)

صورة (١٠) تصميم لأحد المكاتب الإدارية بروسيا , مستلهم من فكر الطي حيث تم تطبيق مفهوم الطي في الشكل العام للمبنى من خلال استغلال الفراغ بين عمارتين نتيجة للتوسع العمراني البارز الي تتميز به مدينة موسكو.١

إن تأقلم نظم التصميم الداخلي لتقنية الطي هو عبارة عن التخطيط لتصميم مبتكر في الفراغات الداخلية بناء على معطيات معمارية معينة وإخراج هذا التخطيط لحيز الواقع والتنفيذ من خلال جمع عناصر تشكيل مستمدة من فكر الأوريجامي, حيث يتم وضع الحلول المناسبة لخلق مجال مناسب للحركة ولآداء الوظائف داخل الفراغ بأقل مجهود , فعندما يتدخل الفكر التصميمي المستلهم من تقنية الطي مع خبرات المصمم في معالجة الفراغ بجميع أبعاده, يؤدي ذلك إلى التكيف مع المساحة المطوية المتواجدة وجعلها صالحة لتلبية الاحتياجات التشغيلية اليومية .

تأتي معالجة الفراغ الداخلي المستمدة من فكر الطي محققة لعدة أهداف أهمها :

1. اعتماد أشكال غير منتظمة للتصميم للخروج من القالب التصميمي المتوازن.
2. تحقيق ديناميكية التصميم عن طريق تصميم العديد من المسطحات المطوية داخل الفراغ.
3. الدمج بين فن الأوريجامي وفكر الطي مع النشاط الخاص بالفراغ لخلق تصميم مبتكر.
4. الاعتماد على إضفاء الطابع الخاص بالحيز الفراغي المستلهم من فن الأوريجامي من خلال التنويع في استخدام الخامات المختلفة من الزجاج الشفاف أو الخرسانة و الاستعانة بتقنية آلات التحكم الرقمي بالحاسب الآلي.
5. التأكيد على فكر الطي في تصميم عناصر تحديد الفراغ من أسقف وأرضيات وحوائط.

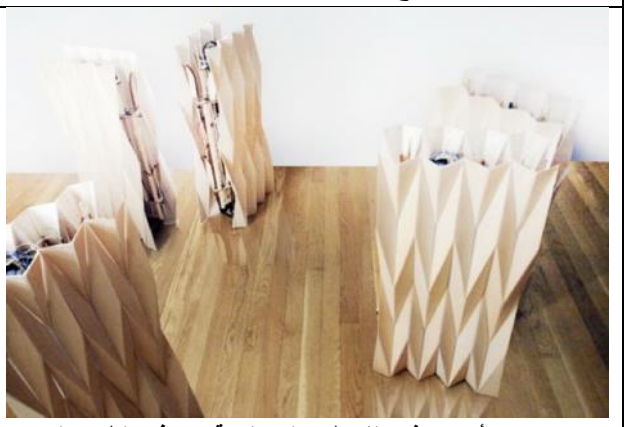
(٢-٥) محددات الفراغ المعماري المستمد من مفهوم الطي :

ينقسم الفراغ المعماري إلى مجموعة من المحددات الأفقية والرأسية لتحديد الفراغ الداخلي, فالمحددات الأفقية تتمثل في الأرضيات والأسقف , أما المحددات الرأسية تتمثل في الحوائط.

محددات الفراغ الرأسية	محددات الفراغ الأفقية
تعرف بالمستويات الرأسية وهي تمثل العامل الأساسي في تحديد الحيز, ويرتبط بهذه المستويات إلى حد كبير زاوية النظر ومقدارالخصوصية والآثر النفسي للفراغ وأيضا توجيه الحركة ونوع الفراغ.	تنقسم محددات الفراغ في الاتجاه الأفقي إلى بُعدين, هم الأرضيات والأسقف, وتأتي أهمية السقف في الظلال التي تلقيها على مكونات الفراغ فتتأثر بشكل كبير الأشكال المعمارية المكونة للفراغ بكمية الظلال وشكلها وخطوطها.

يمكن تحديد الفراغ رأسياً باستخدام وسائل مختلفة : الحوائط , القواطع, الأعمدة, الستائر والستائر الضوئية, وحدات الأثاث الممتدة رأسياً, ويتفاوت مقدار ما يحدده تلك المحددات من فصل بين الفراغات تبعاً لارتفاعها, ودرجة شفافيتها ودرجة إحاطة المحدد بالفراغ.

تتعدد نقاط الرؤية بزوايا مختلفة بالفراغ الداخلي وفي هذه الحالة لا يظهر تنظيم الأشكال على مستوى رأسي واحد مواجه أو مستويات مختلفة الأوضاع, مما يتطلب البحث الدائم عن مسقط الأفقي والوجهات و القطاعات الرأسية.



صورة (١١) أحد نماذج القواطيع المستلهمة من فن الطي والتي تم تصنيعها بتكنولوجيا الروبوت ليتم التحكم في فتحها وغلقها أوتوماتيكياً.

صورة (١٢) توضح شكل السقف والأرضيات لأحد المحال التجارية وترابط خطوط التصميم من خلال المحددات الأفقية.

3- نماذج تحليلية لبعض المشاريع المعمارية التي استلهمت من عمارة الطي

يعتبر الطي تقنية اقتصادية فيما يتعلق بتطبيقها على الخامات , ومن حيث التصميم فإنه ينتج عنه أشكال مميزة , والطي في العمارة هو مفهوم نظري يعتمد على الرسم المعماري الدقيق, كما أنه عملية تصنيع مادية تعتمد على الحرفية , ويتميز الطي, كما أنه يسمح بخلق مساحات وفراغات جديدة من خلال الخامة دون أن يفقدها خصائصها الأصلية مثل العديد من المفاهيم الإنشائية النظرية التي تتجاوز المجال الرسمي للهندسة المعمارية ومع ذلك فقد انتجت من خلاله مجموعة من الأعمال الواسعة التي لا يمكن إنكار انها ساعدت في تشكيل مجال التصميم المعاصر, صورة (١٣). (٣) (ص ٦٣)

صورة (١٣) تصميم لأحد الشقق السكنية في مدينة الكويت, حيث قام المصممون باستخدام تقنيات وأساليب التصميم المعاصر في صياغة الفراغ الداخلي من خلال تقنية الطي.

إن الطي الفعلي للخامات يعتبر جزء بسيط ومباشر لعملية إنتاج مبنى يتماشى مع التطلعات المفاهيمية , فإذا كانت النتيجة في الوصول إلى طي الأرضيات لتتصل بالحوائط والأسقف فيجب أن تكون الخامة أيضاً قابلة للطي , مثال على ذلك مكتب متروبوليتان التثقيفي للعمارة من تصميم المصمم رم كولهاس " Rem Koolhaas" , وقابلية الخشب الرقائقي على الإنحناء لتكوين الشكل المنحني وتحقيق الاستمرارية بين الأرض والحائط والسقف كما في الصورة(١٤), وصورة(١٥). (٤)

بالرغم من ذلك فإن الطي ليس مقتصراً على كونه تقنية لتصنيع المادة أو نظام ثانوي للتعبير عن تخطيط معين لأحد المباني , بل إنه يعتبر أيضاً أداة تصميم توليدية ,اكتسبت مكانة في عمليات التصنيع الرقمي (Digital Fabrication), وهو كعملية معمارية مفاهيمية تتشارك مع بقية المفاهيم الهندسية في خلق مرونة وتعددية في الوظائف واستمرارية للأسطح.

صورة (١٤) توضح فلسفة المصمم رِم كولهاس في الاتصال بين محددات الفراغ الثلاثة من خلال عمل طية واحدة من خامة الخشب الرقائقي تربط بين الأرض و الحائط والسقف.

صورة (١٥) تأثير وانعكاس الطية التي تم تشكيلها في الفراغ الداخلي على التشكيل الخارجي.

(٣-١) تحليل لبعض النماذج العالمية في عمارة الطي:

(٣-١-١) المركز الثقافي Le Havre (٥)

الموقع : مدينة لو هافر - فرنسا

المساحة : ٤٨٠٠ م مربع

تاريخ الإنشاء : ٢٠٢١

المعماري: K architectures Sigwalt Herman

يعتبر المشروع جزء من مخطط بسيط يكمل إطار ساحة عامة جديدة تهدف إلى توحيد الحي , تتماشى واجهاته مع تلك الموجودة في الشوارع المجاورة للتأكيد على شكل هذه المساحة الجماعية التي تجمع بين مركز تسوق وحدائق عامة , صورة (١٦), يستمد المبنى نشأته من التشكل البدائي لمخازن الطوب التي كانت تسكن الأبنية المجاورة.

بالملاحظة نجد أن تصميم الهيكل الخارجي الذي تم تشكيله بتقنية الطي المجعد منعكساً على التصميم الداخلي من ناحيتين :

- تجاليد الأسقف كما في صورة (١٧ أ) التي تمثل التصميم الداخلي لقاعة الإستاد الرياضي وتجاليد الحائط الخلفي لمنطقة جلوس اللاعبين في صورة (١٧ ب), حيث نجد التشكيلات المجعدة المطوية متكررة في وحدات هندسية.
- تصميم الأثاث الموجود في قاعات الانتظار والمكتبة , حيث نلاحظ التشكلات للكتل تحاكي الهيكل الخارجي للمبنى, صورة (١٨أ,ب).

صورة (١٦) توضح التشكيل الخارجي للمركز الثقافي واستخدام تقنية الطي في التشكيل المعماري للمبنى.

صورة (١٧أ,ب) توضح انعكاس التشكيل الخارجي للمنى على عناصر التصميم الداخلي في الأسقف و الحوائط.

صورة (١٨ أ,ب) يظهر انعكاس التصميم والتكامل بين جميع العناصر المكونة للفراغ من خلال التشكيل في تصميم قطع الأثاث داخل القاعات.

(٣-٢-١) مركز ثقافي و متحف النار Museum of Fire (٦)

الموقع : مدينة أوري - بولندا

المساحة : ٦٤٢ م مربع

تاريخ الإنشاء : ٢٠١٥

المعماري : OVO Grabczewscy Architekci

صورة (١٩أ,ب) توضح شكل ألسنة اللهب الراقصة في الكتل المتصلة المكونة للهيكل الخارجي للمتحف وكيفية توظيف تقنية الطي في التعبير عن الفكرة.

نشأت فكرة المشروع بالإستلهام من اسم المدينة "أوري Żory" وهي تعني النار, حيث يقام مهرجان النار في الصيف ، وشعار المدينة هو شعلة صغيرة وهو شيء مرتبط بتاريخ المدينة في القرون الوسطى, كمان أن الغاية من المشروع هو الترويج الثقافي والسياحي للمدينة وقد حاول المصمم التعبير عن الفكرة عن طريق خلق كتل متصلة تشبه ألسنة اللهب الراقصة, كما في الصورة (١٩ أ,ب).

نجد المبنى يتكون من ثلاثة جدران مستقلة تبدو وكأنها تتحرك بجانب بعضها البعض. تكوينها وأشكالها المغطاة بألواح نحاسية تشبه ألسنة اللهب الراقصة, والمساحات بين الجدران مزججة بالكامل ,صورة (٢٠) وتشكل مداخل للجناح. الجدران مصنوعة من الخرسانة المعمارية ، مغطاة من الخارج بالنحاس ,كما في الصورة (٢٢), والأرضية مرصوفة بالحجر الأسود لتتواصل مع العناصر الخارجية.

صورة (٢٠) توضح الاتصال بين عناصر التصميم من خلال تقنية الطي, واستخدام ألواح النحاس اللامعة لعمل انعكاس بصري بين عناصر الفراغ.

صورة (٢١) التصميم الداخلي لأحد قاعات العرض , وانعكاس تقنية الطي على تشكيل الأسقف باستخدام الألواح المطوية, كما يظهر التشكيل بتقنية الطي في تصميم الأثاث واضحاً في ظهر الكراسي الموجودة داخل القاعة.

صورة (٢٢) توضح التشكيل باستخدام الخامات المختلفة , الزجاج في الحوائط الفاصلة بين الفراغات , الحجر في الأرضيات , والخرسانة المسلحة في تكسيه السلم و ألواح النحاس في الحوائط.

(٣-٣-١) جناح فانكي اكسبو ميلان Vanke Pavilion - Milan Expo 2015 (٧)

الموقع : مدينة ميلانو – ايطاليا

المساحة : ١٢١٠ م مربع

تاريخ الإنشاء : ٢٠١٥

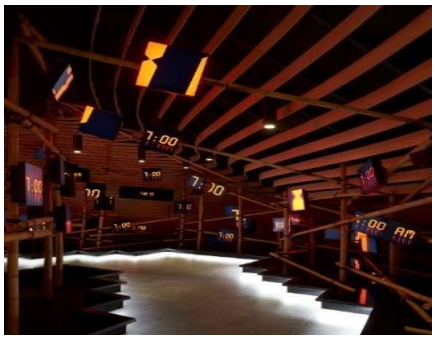
المعماري: Studio Libeskind

يتضمن مفهوم جناح فانكي ثلاث أفكار مستمدة من الثقافة الصينية المتعلقة بالطعام ؛ المناظر الطبيعية ، العنصر الأساسي للحياة, والتنين , فقد تم دمج هذه المفاهيم الثلاثة في معرض جناح فانكي من خلال الإستلهام من شكل جسم وحركة التنين الإنسيابية المشهور في الأساطير الصينية, صورة(٢٣) الجناح عبارة عن هيكل ديناميكي يمثل نمو وتحمل الشعب الصيني, إنه اندماج كامل للمساحة الداخلية والخارجية ، مما يسمح بلقاء غير متوقع بين الجناح والمساحة العامة المحيطة به,صورة (٢٤).

داخل الجناح ، يواجه الزوار مساحة عرض مليئة بكوكبة من ٢٠٠ شاشة مثبتة على مصفوفة من سقالات الخيزران. تطفو غابة الشاشات والخيزران فوق بركة عاكسة متعرجة على حدود مسار الزائر مع كل خطوة وكل منعطف في الرأس ، تظهر المساحة والقصة من جديد, حيث يعتبر الفراغ الداخلي غني ومتعدد الطبقات,صورة (٢٥أ,ب).

صورة(٢٣) الهيكل الخارجي لجناح فانكي الصيني في اكسبو ميلان يوضح الانسيابية التي تحققت من خلال تقنية الطي المنحني.

صورة (٢٤) يوضح محاكاة المعماري لشكل وحركة التنين حيث يتميز التصميم بنمط هندسي متعرج ومنحني يتدفق بين الداخل والخارج من خلال الخطوط الانسيابية، لا تخلق الألواح الخزفية الهندسية المكسة بها الهيكل الخارجي نمطًا تعبيريًا يستحضر جلدًا شبيهًا بالتنين فحسب، بل تتميز أيضًا بخصائص التنظيف الذاتي المستدام للغاية وتنقية الهواء.



صورة(٢٥أ,ب) الفراغات الداخلية للجناح ينعكس عليها نفس الخطوط الانسيابية الخارجية في شكل فروع الخيزران وحركة تصميم الأرض.

(٣-٢) الخامات الحديثة في عمارة الطي:

أسهمت العديد من الخامات التي طوعها المصمم الداخلي، في ابداع نماذج غاية في الدقة والابداع، والتي عبرت عن منظومة التطور في عالم خامات التصميم الداخلي، من خلال تمازج وتعانق مجموعة مختلفة من المواد الخام، التي جسدت أفكار المصمم الداخلي الباحث عن أفكار مختلفة ومتجددة. ظهرت خامات متعددة استخدمت في الأثاث والتصميم الداخلي، ونظرا لتطور الخامات ودخول منتجات جديدة أسهمت في تلبية أفكار المصمم الذي كان في وقت مضى كثيراً ما يجد صعوبة في عملية تطبيق أفكاره نظرا لعدم توفر المادة الخام المناسبة ، ولكن المصمم طوع الخامات الحديثة التي ظهرت بشكل واسع في الوقت الحاضر.

من أهم الخامات التي تم استخدامها في تنفيذ تصميمات عمارة الطي نذكر ما يلي :

(٣-٢-١) الزجاج :

يعتبر الزجاج من المواد المصنعة الناتجة من خلط وتصنيع مواد السليكا الكوارتز مع بعض العناصر تحت درجات حرارة عالية , و تعتبر أهم مميزات وخصائص الزجاج تفاوت نفاذيته للضوء في خامات الزجاج الشفاف إلى النصف شفاف و المعتم بدرجات , كما يوجد أنواع أخرى منها الزجاج المشتت للضوء غير المنفذ له والزجاج المزدوج للعزل الصوتي والضوئي والزجاج المانع لنفاذ الحرارة, كما تم اكتشاف خامات تحاكي الصفات الفيزيائية للزجاج مثل خامة البولي كاربونيت والذي يندرج تحت تصنيف البوليمرات (اللدائن) وتعد اللدائن من المواد النافذة للضوء حيث أنها في حالتها العادية شفافة، ومعتمة عند إضافة مواد أخرى وتتميز بالصلابة مع خفة الوزن , و سهولة النقل والتخزين والتوزيع . (١) (ص٣٩٢)

صورة (٢٦) توضح شكل الواجهة الخارجية لمبنى شركة ستيروين للسيارات والذي تم تنفيذه من الزجاج.

صورة (٢٧أ,ب) واجهة مبنى شركة ستيروين للسيارات من داخل المبنى.

صورة (٢٨) واجهة مبنى E8-Bulding المنفذة من المعدن والزجاج، حيث يظهر مبدأ البناء والتراكم من خلال تصميم المبنى وهو من اهم مبادئ عمارة الطي.

(٣-٢-٢) المعدن (الألومنيوم) :

يتميز الألومنيوم بأنه مادة خفيفة الوزن, يتم تصنيعها في هيئة كتل كبيرة ثم يتم سحبها في قطاعات بأسماك مختلفة , كما أنها يمكن تلوينها بالدهان الإلكترو ستاتيكي ألوانا ثابتة لتتحمل العوامل الجوية المختلفة, ويتنوع تشكيل خامة الألومنيوم بين قطاعات مختلفة , كما يمكن تشكيله على هيئة ألواح مستوية.٢و يُعتقد أنه واحد من أكثر المواد استدامة وفعالية من حيث الطاقة لأنها تساعد في بناء مباني صديقة للبيئة (٨) , يعتبر الألومنيوم والصلب من مواد الطاقة المتجسدة بسبب الطاقة اللازمة لإنتاجها ، مثل تعدين خام الحديد , ومنتجات التسخين والتشكيل, ونقل مادة ثقيلة نسبيًا. لكن في كل مرة يتم فيها إعادة استخدام المعدن بشكل صحيح وكفء أو إعادة تدويره إلى منتجات جديدة , فإن الطاقة المتضمنة تنخفض ويجعل المادة أكثر استدامة لأننا لا نقوم باستخراج الألمنيوم الخام. (٩)

صورة (٢٩) مبنى قاعة رياضية لا فونتاين Gymnasium La Fontaine, بفرنسا المصنوع من خليط معدني من النحاس والألومنيوم ذهبي اللون, من تصميم (TECNOVA Architecture). (١٠)

صورة (٣٠) معهد البحوث والتصميم المعماري بجامعة تشينجهوTsinghua University بالصين، من تصميم 6A2 Studio عام ٢٠١٢من خامة المعدن. (١١)

(٣-٢-٣) الواح الاسمنت المعزز بالألياف :

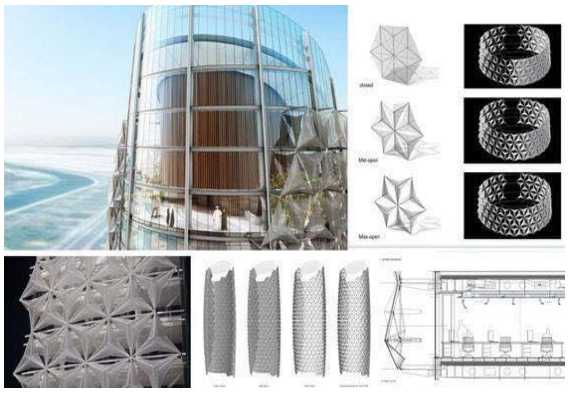
تعتبر تكسيه الأسمنت الليفي بديلاً جيدا ذو تكلفة منخفضة مقارنة بالخشب والحجر. عادةً ما تتم مقارنة الأسمنت الليفي بالمواد الأخرى شديدة التجهيز مثل PVC أو ألواح الألمنيوم. أحد الأسباب الرئيسية لاختيار المهندسين المعماريين للأسمنت الليفي على البدائل الأخرى منخفضة التكلفة هو أنه ، عند تفصيله بشكل صحيح ، يبدو وكأنه منتج أغلى بكثير, يمكن للألياف الأسمنتية الكثيفة عالية الجودة تقليد مظهر الحجر أو الخرسانة بتكلفة أقل بكثير, كما أنه يتمتع بكونه خامة مقاومة للحرارة. (١٢)

صورة (٣١) منزل العطلات المعروف باسم كلين بوتل "Klein Bottle house" من تصميم McBride Charles Ryan بأستراليا عام ٢٠٠٨ متأثراً بفن طي الورق الأوريجامي , وهو مصنوع من ألواح الأسمنت المعز بالألياف Fibre Reinforced Cement. (١٣)

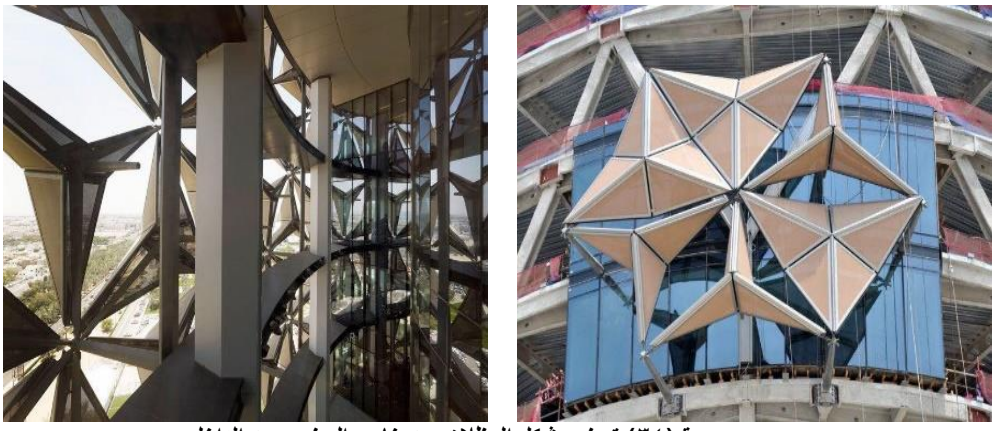
(٣-٢-٤) الألياف الزجاجية: (١٤)

الألياف الزجاجية (Fiberglass) هي مادة مصنوعة من ألياف رفيعة جداً من الزجاج. وهذه الألياف قد تكون أدق من الشعر البشري بكثير، وهي في مظهرها وملمسها كالحرير. والألياف الزجاجية المرنة أقوى من الصلبة لا تحترق أو تتمدد أو تصدأ أو يبهت لونها, وهي تعتبر مادة قوية للغاية، وخفيفة الوزن. على الرغم من خصائص القوة هي أقل إلى حد ما من الكربون الليفي، وأنه أقل قساوة، والمواد غير عادة أقل هشاشة، والمواد الخام هي أقل تكلفة بكثير. قوتها السائبة وخصائص الوزن هي أيضا مواتية جدا بالمقارنة مع المعادن، وأنه يمكن أن تتشكل بسهولة باستخدام عمليات الصب. ومثال على ذلك مشروع أبراج البحر في أبو ظبي , الهيكل الخارجي يبعد عن الهيكل الزجاجي للمبنى بمترين وصمم في إطار مستقل. كل مثلث مطلي بالألياف الزجاجية ومبرمج وفقاً لحركة الشمس. ففي الليل تظل المظلات مطوية تسمح بظهور الواجهة الزجاجية الأساسية للمبنى. وعندما تشرق الشمس في الصباح الباكر في المنطقة الشرقية من المبنى، تفتح المظلات المتواجدة في المنطقة الشرقية وكلما تحركت الشمس لتغطي المناطق الأخرى من المبنى تتبعها المظلات وتفتح وفقاً لحركة الشمس. (١٥)

صورة (٣٢) أبراج البَحَار بمدينة أبو ظبي في الإمارات وقد تم افتتاحها عام ٢٠١٢ من تصميم مجموعة Aedas الهندسية , بنيت الواجهة الخارجية للبرجين التوأمين المكونين من ٢٩ طابقا على ارتفاع ١٤٥ متراً، من الزجاج بشكل كامل ولكن تم تغطية السطح الخارجي بهيكل واقي مكون من ٢٠٠٠ مظلة شمسية تفتح وتغلق تلقائيا وفقاً لشدة أشعة الشمس.



صورة (٣٣) توضح بعض التفاصيل الموضحة لتوزيع المظلات على الواجهة وتقنية حركتها.



صورة (٣٤) توضح شكل المظلات من خارج المبنى ومن الداخل.

التوصيات:

- يجب على المصمم البحث في الاتجاهات الفنية والهندسية الحديثة ذات الأصول التاريخية القديمة مثل فن الاوريجامي وعلوم الرياضيات لما لهما من دور في إثراء عملية التصميم والاستفادة من ذلك في مجال العمارة والتصميم الداخلي.
- ضرورة اعتماد البعد الرقمي عند دراسة التصميم الداخلي وتقنيات التنفيذ المختلفة ، كذلك التدريب على استخدام وتوظيف تكنولوجيا المجسمات وآلات التحكم الرقمي حتى نحصل على جيل من المصممين الداخليين المبدعين لهم القدرة على مواجهة التحولات الكبيرة التي ستصاحب ما بعد الثورة الرقمية في المستقبل.

المراجع:

أولاً:الرسائل العلمية:

- **رسائل الدكتوراه:**

1. عبير صالح الإمام ياسين , **المنهج الفكري للبنائية في العملية التصميمية كأداة لتحليل الحيز الداخلي** , دكتوراه , كلية الفنون التطبيقية , جامعة حلوان , ٢٠١٥– ص ٣٩٢.

Abeer Saleh Al Emam- **Al manhag al fekry lel benaeya fi al amaleya al tasmemya ka adah le tahlel el hayez al dakheli**, doctorah, koleyet fenon tatbekeya, gamet Helwan, 2015, p 392.

– رسائل الماجستير:

2. ريهام محسن محمد حسنين, **فن الأوريجامي وتأثيره على مفهوم التصميم الداخلي** ,ماجستير, كلية الفنون الجميلة, جامعة الاسكندرية,٢٠١٣ – ص ٤٨.

Reham mohasen Mohamed hassanein- **fan al origami wa ta'thero ala mafhom al tasmim al dakhli,** majester, koleyt al fnon al gamila, gamet al askandria, 2013, p 48.

ثانيا: المراجع الإنجليزية:

3. Lisa lwamoto, **Digital fabrications : Architectural and Material Techniques** –Princeton Architectural press 2009, New York –

ثالثاً: شبكة المعلومات الدولية:

4. https://www.archdaily.com/119580/ad-classics-educatorium-oma
5. https://www.archdaily.com/976623/pole-simone-veil-multifunctional-and-sports-center-k-architectures-sigwalt-herman
6. https://www.archdaily.com/592195/museum-of-fire-in-zory-ovo-grabczewscy-architekci
7. https://www.archdaily.com/627994/vanke-pavilion-milan-expo-2015-daniel-libeskind
8. https://origin-global.com/advice-centre/is-aluminium-environmentally-friendly
9. https://theconstructor.org/building/eco-friendly-building-materials/720/
10. https://www.kme.com/copper-division/architecture/new-projects/gold/gymnasiumlafontaine/
11. https://www.archdaily.com/449691/west-street-number-1-6a2-studio-architectural-design-and-research-institute-of-tsinghua-university?ad_medium=gallery
12. https://architizer.com/blog/product-guides/product-guide/eaktna-fiber-cement-cladding/
13. https://www.marefa.org/%D8%A3%D9%84%D9%8A%D8%A7%D9%81_%D8%B2%D8%AC%D8%A7%D8%AC%D9%8A%D8%A9
14. https://hannahslaterdesign.wordpress.com/digital-fabrication/
15. https://www.albayan.ae/editors-choice/asfar/2015-11-23-1.2512401