

تأثر فكر الأوريغامي باتجاه النظرية العضوية الحديثة The Impact of the Organic Theory on The Origami Concept

أ.د/ أشرف حسين إبراهيم

استاذ بقسم التصميم الداخلي والاثاث بكلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان

أ.د/ أميمه إبراهيم قاسم

استاذ تصميم الاثاث بقسم التصميم الصناعي بكلية التربية - جامعة حلوان

م/ ريهام محمد محمود قاسم

معيد بقسم التصميم الداخلي بكلية الفنون التطبيقية – جامعة 6 أكتوبر

الملخص:

الطبيعة هي مصدر الإلهام الذي لا ينتهي وتعد مصدر للكثير من مبادئ التصميم مثل الإنشاء الخطي في الشجرة والإنشاء القشري في كل من البيضة والقوقعة والإنشاء الهيكلية في الهيكل العظمي والقصص الصدري والإنشاء المشدود في خيوط العنكبوت كما أن الكون مليئ بالآيات الإبداع من نجوم وكواكب تمثل الوحدة والترابط والاستمرارية أيضا في الملمس واللون والتشكيل العام , كما أن الطبيعة تكشف لنا عن مبادئ عديدة منها الإيقاع والتوافق بأشكالهم المختلفة وهي الأصول العلمية التي اعتمد عليها تصميم الأوريغامي في استلهامه من النظرية العضوية.

و يعرف " الأوريغامي " Origami 折り紙 " بأنه فن ياباني يُعنى بطي الورق وتحويله الى أشكال مجسمة, ويعتبر الهدف من فن الأوريغامي في الأساس تحويل الورق المسطح الى عمل مجسم ثلاثي الأبعاد باستخدام تقنيات الطي والنحت ودمج هذه التقنيات بأشكال ورقية متنوعة لخلق تصاميم مركبة تتسم نوعا ما بالتعقيد عادة ما يكون لها شكل محدد إما ان يشبه كائن أو حالة عامة.

فان كلا من الجانبين الحيوي النابع من النظرية العضوية والبنائي الهندسي النابع من فكر الأوريغامي يرجعان الى مصدر واحد , فالأساس البنائي والعضوي اشتقاق صحيح من مقدمة طبيعية.

Abstract:

Nature is the source of endless inspiration and is the source of many principles of design such as the linear establishment in the tree and the construction of cortical in the egg and cuckoo and the structural structure in the skeleton and thoracic crotch and sprawling formation in spider webs and the universe is full of mechanisms of creativity of stars and planets represent unity and cohesion and continuity As well as in nature, color and shape, and nature reveals to us the principles of many of them rhythm and compatibility in their various forms, which are the scientific assets on which the design of Origami in the inspiration of organic theory.

Origami 折り紙 is known as a Japanese art, which means folding paper into stereotypes. The aim of origami art is to transform flat paper into a three-dimensional work using folding and sculpture techniques and combine these techniques with various forms of paper to create complex designs that are somewhat Complexity usually has a specific shape that either resembles an object or a general state.

Each of the two vital aspects of organic and structural engineering theory stemming from Origami is due to one source. The structural and organic basis is a true derivation from a natural introduction.

مقدمة

بالملاحظة يعرف الإنسان كيف تجري الأشياء في قوانينها وكيف تتماسك الأجزاء مع بعضها وكيف تتعايش النظم سوياً، وبالملاحظة ودراسة الطبيعة اعتبر ليوناردو دافينشي ان الطائر عبارة عن اداة تعمل حسب القوانين الرياضية وأن الإنسان يستطيع بقدراته تقليد هذه الأداة بكل حركاتها.

ومن هنا يتبين لنا ان الأساس الذي قامت عليه العديد من الحركات الفنية والنظريات كان فكرة الإستلهام من الطبيعة ، إلا أن الطبيعة عندما ساهمت في إثراء التصميم لم تكن بالضرورة تحقق الحاجة النفعية على أكمل وجه فتقليد الأشكال الطبيعية بصرف النظر عما تقدمه من إضافة وظيفية يعتبر استلهاماً بصرياً ، وفيه يستلهم المصمم الشكل الظاهري للطبيعة دون التعمق في الدور الحيوي الذي يؤديه التصميم. أما الاستلهام التحليلي فهو ذلك التبصر في قوانين الطبيعة العضوية واستنباط مبادئها وقوانينها الإنشائية، وهو بذلك يعد استلهاماً ذات عمق أكبر وليس إكتفاءً بالنقل البصري لما هو موجود في البيئة، بل تحليل الفلسفات الإنشائية في محاولة لمحاكاة نظريات الطبيعة. ومع التقدم العلمي والتكنولوجي في فروع العلوم المختلفة فقد انفتح أمام المصمم آفاق جديدة من الاستلهام فلم يعد دور المصمم هو نقل الطبيعة كما يراها بل النظر إلى حقائق الطبيعة بعمق وكيف يربط بين الكل والجزء أو بين الأصل والفرع، والعمل الفني التصميمي هو عبارة عن تكوين لمجموعة من العناصر في تنظيم عضوي متكامل وتساعد نظرية الإستلهام في تحديد الحد الأقصى لعدد العناصر التي يمكن أن تجتمع معا في عمل واحد دون أن ترهق العين أو ترهق الإدراك لكثرة عددها، فنعود إلى قانون الطبيعة فنجدها قد بسطت الأشكال ، فأفضلها تكويناً هو ذلك الذي يعتمد على أقصى حدود الإقتصاد في مادة تكوينه مع أكثر ترابط في قوة بنائه.¹

مشكلة البحث

بالرغم من أن فن الأوريجامي يسبق تاريخياً النظريات الحديثة مثل النظرية العضوية فكان من المفترض ظهور آثاره على من أتى بعده ، لكن ما حدث ان فكر الأوريجامي الحديث بدأ في الإتجاه نحو الأخذ من النظريات الحديثة بطريقة غير مباشرة عن طريق التأثير بأصل النظريات مما يؤدي إلى خلق مشكلة في نظر الباحث في فهم البعد الزمني في تأثير الفن على التصميم والعكس.

هدف البحث

إلقاء الضوء على أن فكر الأوريجامي الحديث المعاصر يختلف عن أصله كفن قديم لطى الورق من حيث الفلسفه والرؤية البنائية للشكل.

فرضية البحث

ان كلا من الجانبين الحيوي النابع من النظرية العضوية والبنائي الهندسي النابع من فكر الأوريجامي يرجعان إلى مصدر واحد فالأساس البنائي والعضوي اشتقاق صحيح من مقدمة طبيعية.

حدود البحث

حدود زمنية – العصر الحديث (أواخر القرن العشرين).

منهج البحث

يتبع البحث المنهج الوصفي والمنهج التحليلي.

¹أميمة إبراهيم محمد قاسم، أساسيات تصميم الأثاث العضوي وارتباطه بالأثاث المصري القديم، دكتوراه، جامعة حلوان، كلية الفنون التطبيقية، 2002 م-ص 9، 10.

تعريف الأوريغامي Origami Definition²:

يعرف "الأوريغامي" Origami 折り紙 "بانه فن ياباني يُعنى بطي الورق وتحويله الى أشكال مجسمة ، وكلمة "أوريغامي" تنقسم الى جزئين " أوري " Ori – وتعني الطي ، و "كامي Kami" والتي تم تغييرها لـ "gami" وتعني نوع من الورق أكثر سمكاً من المناديل، ويعتبر الهدف من فن الأوريغامي في الأساس تحويل الورق المسطح الى عمل مجسم ثلاثي الأبعاد باستخدام تقنيات الطي والنحت ودمج هذه التقنيات بأشكال ورقية متنوعة لكن بشرط دون قص أو لصق لخلق تصاميم مركبة تتسم نوعاً ما بالتعقيد عادة ما يكون لها شكل محدد إما ان يشبه كائن أو حالة عامة، وهناك فرع آخر من الأوريغامي يعرف "بالكريغامي Kirigami" وهو طي الورق لكن مع استخدام الصمغ أو المقص لصنع الشكل المراد، فمنذ قرون مضت كانت نماذج فن الأوريغامي الأولى بسيطة واليوم تطورت الى شكل من أشكال الفن التي تنتج نماذج متطورة ومعقدة وتقنية عالية شكلت من قبل الفنانين المحترفين في جميع أنحاء العالم.

أصول فن الأوريغامي Origami Art Origins³:

تنتمي أصول فن الأوريغامي في الوقت الحاضر بشكل أساسي الى اليابان لكنه في الأصل مصدره يرجع الى الصين ، حيث تم إنتاج الورق في الصين في بداية القرن الثاني الميلادي حوالي عام 105 م على يد "تسي أي لون Ts'ai lun" خادم الامبراطور الصيني حينها ثم بعد فترة قصيرة ظهر فن طي الورق وكانت ممارسة هذا الفن تقتصر على الاغنياء فقط ، وكان يعرف فن طي الورق بالصيني باسم " Zhezhi" وتعني استخدام أي نوع من الورق لبناء وتشكيل نماذج ومجسمات ورقية ، ظهر الأوريغامي في كوريا في القرن السادس الميلادي الى ان تم نقل هذا الفن الى اليابان في نفس القرن على يد أحد الرهبان البوذيين الصينيين ويدعى "دوكايو Dokauo" وبالرغم من ذلك فانه لا يوجد أدلة كافية على استخدام الأوريغامي كفن ترفيهي قبل عام 1600 م لكن بحلول القرن السابع عشر غزا اللعب بالأوريغامي الثقافة اليابانية لدرجة بات يزين الكيمونو الياباني بطيور الكركي، كما انه لطى الورق في أوروبا قصة أخرى حيث يعتقد المؤرخون أنه تطور بشكل مستقل عن نظيره الياباني ، فنماذج الأوريغامي التي ظهرت في أوروبا ذات نمط تقاطعي (مربعات- مستطيلات-أقطار) بعكس تلك اليابانية الشعائرية التي يعود كل مكان طيه فيها للذوق والتأويل الشخصي ، وانتقلت أسرار الورق وصناعته من الصين عام 750م لتبدأ رحلتها الى آسيا الوسطى وأوروبا من خلال الحروب والغزوات.



صورة (1) نموذج طائر الكركي الورقي المشكل بفن الأوريغامي ، الذي يمثل السلام والحياء الطويله في اليابان.

² <https://en.wikipedia.org/wiki/Origami>

<http://www.thefreedictionary.com/origam>

مصطفى محمود شحاته محمود، أثر فن الأوريغامي في تعليم وممارسة التصميم الصناعي، ماجستير ، جامعة حلوان ، كلية الفنون التطبيقية، 2014- ص 20.

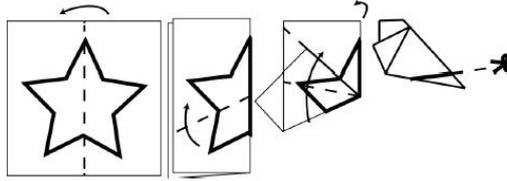
د/محمد أحمد ماضي أحمد ، التشكيل الأوريغامي ومدى تأثيره على فن النحت الحديث ، بحث مقدم الى مجلة الفنون والتكنولوجيا ، كلية الفنون التطبيقية ، جامعة حلوان، 2015.

³ مصطفى محمود شحاته محمود، أثر فن الأوريغامي في تعليم وممارسة التصميم الصناعي مرجع سابق – ص 21

<http://www.paperfolding.com/history/parttwo/>

4: فن الكاريجمي Kirigami

هناك فن مشابه الى حد كبير لفن الأوريجمي يعرف بفن الكاريجمي يُعنى ايضا بطي الورق ولكن مع تقنية إضافية تجمع بين الطي والقص لعمل نماذج فنية من خلال استعمال الورق.



شكل مبسط (1) يوضح عملية الطي والقص في تقنية الكاريجمي Kirigami .

السمات العامة لتصميم الأوريجمي : General Features of Origami Design

1. الوحدة Unity
2. البساطة Simplicity
3. التجريد Abstraction
4. الليونة Pliancy
5. النمطية Modularity

5: مفهوم الطي في الأوريجمي Folding Concept in Origami

تُعبّر كلمة الطي في اللغة عن مفهوم الانحناء حيث يتم ثني خامة مسطحة بحيث يتداخل جزء واحد منها مع جزء آخر فينتقل من الحالة المستوية إلى الحالة المطوية ، لذلك يعتبر الطي التقنية الأساسية لفن الأوريجمي بحيث ينتج عنه أشكال مختلفة مبدئية عند الجمع بينها نحصل على نماذج مختلفة للأوريجمي.

6: عوامل تطور فن الأوريجمي Origami Art Development Factors

لم يسمح فن الأوريجمي في البداية بأي قطع أو لصق، ولكن تم تخفيف معايير استخدام الأوريجمي بشكل كبير على مر السنين. اما حديثا فسنجد في العديد من الكتب الورقية بعض النماذج التي تنطوي على شكل من أشكال قطع أو لصق والتي تؤدي إلى توفير المزيد من الاستقرار في التصميم النهائي.

يعتبر الورق من الخامات الهشة ، ولكن عند قطعها وثنيتها بطرق معينة يمكنه ان يتحول الى تكوين قوي وصلب ، ولذلك فان الخبرات المكتسبة من تعامل المصمم مع خامات الورق المسطحة تهيأه للتعامل مع اي خامة مسطحة اخرى ثنائية الابعاد وهو ما يساعده في استخلاص دروس عن التكوين البنائي للطبيعة وساد ذلك الاتجاه منذ 1925 على يد جوزيف ألبير Josef Albers "وهو مصمم مشهور ينتمي الى مدرسة الباوهاوس ، عُرف باهتمامه بالتعرف على الخامات ودراسة خصائصها عند التشكيل مما ادى الى تشجيع طلابه على التلاعب بالاوراق من خلال عمليات الطي والقطع في المرحلة الأولى في مدرسة الباوهاوس.

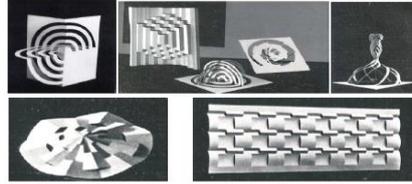
⁴ Sahar Jazebi, **Origami, Kirigami and The Modeling Of Leaves : An Interactive Computer Application**, Department of computer Science , 2012- page 11.

⁵ ريهام محسن محمد حسنين ، فن الأوريجمي وتأثيره على مفهوم التصميم الداخلي ، ماجستير ، جامعة اسكندرية، كلية الفنون الجميلة، 2013- ص 10

⁶ <http://origami.about.com/od/History-Of-Origami/a/A-Brief-History-Of-Origami.htm>

Nergiz YİĞİT, **Industrial Product Design by Using Two-Dimensional Material in the Context of Origamic Structure and Integrity**, master of industrial design ,İzmir Institute of Technology, 2004- page 7,8.

وفي النصف الثاني من القرن العشرين قاد التطور الحديث لفكر الأوريغامي الى ضرورة اكتشاف قواعد جديدة وتكثيف تطوير وتوظيف الصفات الرياضية للأشكال المصنوعة بواسطة الطي ، والتي قادت الى مزيد من الدراسة المعقدة لأشكال الأوريغامي من خلال التركيز على نتاج التدرج في خطوات عمل أشكال الأوريغامي والذي يساعد على الوصول الى ما يعرف باتجاه الأوريغامي الحديث.



صورة (2) أعمال طلبة مدرسة الباهواوس من خلال طي وقطع والتشكيل في الورق في ثلاثينيات القرن العشرين.

وفيما بين الخمسينات والستينات ظهرت دورة دولية للأوريغامي والتي تم تأسيسها بواسطة مجموعة من المصممين والمنشئين لتقنية الطي مثل " يوشيزاوا أكيرا ⁷ Yoshizawa Akira و " تاكاهاما توشي " Takahama Toshie وآخرين محليين ودوليين في مجتمعات مختلفة ساعدوا على جعل الأوريغامي كلمة او معرفة عالمية في تلك الحقبة . قطع فكر الأوريغامي شوطاً هائلاً من مجرد توظيفه في أشكال حيوانات ووحدات زخرفيه صغيره ورقيه لطيفة، الى أن بدأ علماء الرياضيات حوالي سنة 1980 م بوضع وتطوير قوانين جديدة لمبادئ الطي وتحويل الأفكار والكلمات الى قوانين رياضية يتم تطبيقها على الورق ، ما اصبحت نتيجة لظهور علوم الحاسب الآلي والتي ساعدت في وضع أصول هندسية تشرح كيفية إنشاء أجسام ثلاثية الأبعاد وتحويل مبادئ الطي من مجرد طي أشكال مسطحة الى الطي المنحني وهو ما يعرف بالأوريغامي الحاسوبي Computational Origami وقد تم تطبيق هذا الإتجاه من خلال عدم استعمال أي قطع او لصق في مسطح الورق، ومن أهم رواد هذا الاتجاه دكتور دايفيد هوفمان David Huffman وكواساكي Kawasaki



صورة (3) نماذج الطي للأوريغامي المنحني

عناصر تصميم الأوريغامي Elements of Origami Design ⁸ :

عناصر تصميم الأوريغامي	التخطيط الهندسي
	النسبة
	الترتيب
	الحجم
	النقطة
	الخط
	المسطح
	الشكل
	الإنشاء

شكل(2) ملخص عناصر تصميم الأوريغامي.

⁷أكيرا يوشيزاوا (Yoshizawa Akira; 吉澤 章) ولد في 14 مارس 1911 وتوفي في نفس اليوم من سنة 2005، هو ياباني أثن فن الأوريغامي وأعتبر السيد الكبير للأوريغامي، والفضل يعود إليه لرفع الأوريغامي من حرفة تقليدية إلى فن حياة ، وفقاً لتقديره الشخصي في عام 1989 قال أنه خلق أكثر من 50000 من النماذج، مئات فقط منها قُدمت كرسوم تخطيطية في كتبه الثمانية عشر. تصرفت يوشيزاوا كسفير ثقافي دولي في اليابان طوال حياته المهنية. في عام 1983 قام إمبراطور اليابان هيروهيتو بمنحه وسام الشمس المشرقة، وهو واحد من أعلى مراتب الشرف التي يمكن أن تُعطى للمواطن الياباني.

⁸ Nergiz YİĞİT, *Industrial Product Design by Using Two-Dimensional Material in the Context of Origami Structure and Integrity*, master of industrial design ,Izmir Institute of Technology, 2004- page 13,14.

يعتبر كل من **النقطة** ، **الخط** ، و**المسطح** المكونات الأساسية لتصميم الأوريغامي ، فعندما تتحرك النقطة في اتجاه محدد وبمسافة معينة تكون الخط وهو ما يعرف بالبعد الأول ، وعندما يتوجه هذا الخط في اتجاه اخر فانه يعطينا البعد الثاني وهو ما يكون اثر مسطح ومع التغير الثالث في اتجاه هذا المسطح يتكون لدينا بعد ثالث صلب. كما ان كل من **النقطة والخط والمسطح والحجم** هي عناصر تصميم مفاهيمية ، بينما **الشكل واللون والملمس** هي عناصر تصميم بصرية ، ويعتبر كل من **الوضع والاتجاه والفراغ** هي العناصر المرتبطة بالتصميم الثنائي الأبعاد ، وبالإضافة الى ما سبق يوجد أيضا مجموعة من العناصر الإنشائية والتي تؤكد على اهمية ووظيفة العناصر المفاهيمية المبدئية ولكن في التصميم الثلاثي الأبعاد **النقطة** في الفراغ ثلاثي الأبعاد ، **الحافة والوجه** هي عناصر إنشائية تساعد على تحديد الاشكال الحجمية والإشارة الى المكونات الهندسية للتصميم ثلاثي الأبعاد.

ان للعناصر الإنشائية صفات هيكلية قوية وتعتبر مهمة بشكل خاص لفهم المواد الصلبة الهندسية، في النظريات الأخرى الخاصة بتحليل الاشكال متعددة السطوح مثل الأفلاطونية **platonice** ، أرخميدس Archimedean أو كبلر بوينسوت Kepler-Poinsot، وهي الأسس التي تشكل مبدأ الأوريغامي.

ويتكون شكل الأوريغامي من خلال تكرار لبعض الانماط المشابهة للأشكال الهندسية المضلعة على سبيل المثال و يتم إنشاء هذه الأنماط من خلال وضع كل من **خصائص الهندسة والنسبة والنظام** في الاعتبار ، ويستخدم مصطلح الهندسة لوصف اي تشكيل نسبي يخضع له السطح في الفراغ .ويعتبر تحقيق مبدأ النسبة من العناصر المهمة في تصميم أشكال الأوريغامي وذلك لتحقيقه لمبدأ الوحدة والاتزان في العلاقات الموجودة بين المسطحات المكونة لشكل الأوريغامي وتحقيق الانسجام بينها⁹.

مبادئ تصميم الأوريغامي Principles of Origami Design¹⁰:

• التناظر Symmetry

هي علاقة ترابطية بين قسم من الكل والكل الأكبر وبين جزء وآخر، وهو معيار رياضي يضم القواعد التي تحكم الخطوط العريضة لشكل معين، ويوجد انواع عامة للتناظر مثل : التماثل الدوراني والتماثل الانعكاسي والتماثل الانتقالي ، وفيما يتعلق بالأوريغامي فان ابرز انواع التماثل المستخدمة هي التماثلات الدورانية والانعكاسية.

• تساوي الأبعاد Isometry

يحدث تساوي الأبعاد عندما تتم المحافظة على مسافة واحدة من نقطة الى نقطة اخرى وخاصة عند التخطيط ، يتم تحديد هذه المسافة من خلال اتخاذ أقصر طريق على سطح الورق، كما تفترض تساوي الأبعاد كمصفوفة للاسطح القاسية ان أي سطح مفصلي يمكن أن يدور فقط حول محاوره المرتبطة ببعضها وذلك في حدود نطاق معين بسبب المقاومة نقاط الاتصال الخاصة بالمحاور على نفس السطح.

• التكرار Repetition

التكرار يستخدم شكل معين مرة واحدة أو عدة مرات خلال التصميم، وهذا يخلق انطباع بالانسجام أعداد صغيرة من وحدات رسمية كبيرة تجعل من تصميم لتظهر بسيطة وحية من ناحية أخرى عند عمل التكرار بنسب صغيرة وبأعداد كبيرة، يظهر سطح مركب.

⁹ Nergiz YİĞİT, **Industrial Product Design by Using Two-Dimensional Material in the Context of Origamic Structure and Integrity**, master of industrial design ,İzmir Institute of Technology,2004- page 15.

¹⁰ Jiya,David Yabagi,**Extensions of Origami Principles in Designing Pavilions for Relaxation in Tertiary Institutions in Minna**, Federal University of Technology,2014, page24,25,26.

• الإشعاع Radiation

الإشعاع هو تنظيم منظم من أشكال موحدة على طول مسار دائري و الوحدات المكونة لها من نفس نقطة الأصل، هذا التباعد والترتيب الدائري لأشكال الوحدة يمكن أن تكون مماسه للمسار الذي تم وضعها عليه .

• التدرج Gradation

يشير التدرج إلى بعض التغييرات الطفيفة في أشكال الوحدة بطريقة منظمة درجة ان الاختلافات الطفيفة في شكل الوحدة يمكن أن ينشأ بأحد هذه الطرق، تدرج من حجم على الرغم من ان الشكل قد يتكرر وتدرج في الشكل والحجم على حد سواء.

• الإنعكاس reflection

الإنعكاس هو عملية أساسية لطى الورق إلى حالة مسطحة من خلال تحويل اتجاه الورقة عندما يتم تطبيق انعكاسين متتاليين من خلال خطوط متوازية.

أستلهام فكر الأوريغامي من مصادر الطبيعة المحيطة :Sources of Surrounding Nature

الطبيعة هي أم المصادر التي يتم من خلالها الاستلهام في التصميم والمؤثر الأساسي على جميع الحركات الفنية و النظريات الهندسية سواء كانت قديمة أو حديثة ، كما أنها المصدر للكثير من مبادئ التصميم مثل الإنشاء الخطي في الشجرة أو في نبات الفطر أو الإنشاء القشري في كل من البيضة والقوقعة أو الإنشاء الهيكلية في الهياكل العظمية للكائنات الحية و الإنشاء المشدود في خيوط العنكبوت وغيرها من مكونات هذا الكون الملئ بالآيات الإبداع من نجوم وكواكب تمثل الوحدة والترابط والإستمرارية بين الأجزاء وبعضها، وبين الجزء والكل ،والكل والمحيط الحيوي , ويبدو تأثير فن الأوريغامي التقليدي متأثراً من زمن بعناصر الطبيعة الحيوية من خلال النماذج التالية من أعمال الفنانة المعاصرة " لويزا كانوفي Luisa Canovi".¹¹



صورة(4) عمل فني بتقنية الأوريغامي مستلهام من السحاب



صورة(5) عمل فني بتقنية الأوريغامي مستلهام من ورقة الشجر

¹¹ <http://www.origami-do.it/luisa-canovi/>



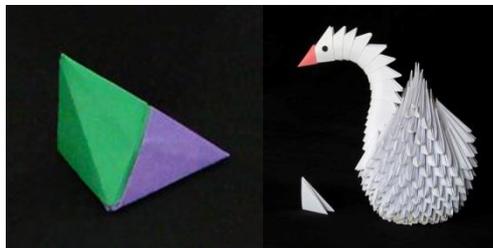
صورة (6) عمل فني بتقنية الأوريغامي مستلهم من ورقة النار



صورة (7) عمل فني بتقنية الأوريغامي مستلهم من شكل القلب

النمط العام العضوي في الطي :General Organic Style in Folding

أحد الأنماط الخاصة بالتشكيل في فن الأوريغامي حيث يعتمد على إظهار مجسمات مستلهمه من أشكال في الطبيعة عن طريق محاكاة الأشكال بشكل مباشر أو بشكل غير مباشر ، وهو يعتبر من أبسط الأنماط على الرغم من أن إنتاج بعض النماذج قد يتطلب الكثير من الوقت لكن يتم تعويض ذلك بالإمكانيات الكبيرة له وبسهولة إنتاج وتجميع وحداته معاً لبناء الشكل النهائي ، وتتميز وحدات النمط العام بسهولة إعدادها، كما أنها تتميز بسهولة تجميعها معاً حيث أن المجسمات التي تصنع بهذا النمط يتم تجميع وحداتها الواحدة تلو الأخرى بالتتابع، والصورة (9) توضح شكل أحد تلك الوحدات ويلاحظ أن هذه الوحدة تتميز بعنصرين أساسيين هما الجيب Pocket والطرف flap وعنصري الجيب والطرف هما العامل الذي يربط الوحدات معاً لتحقيق الشكل المطلوب.

صورة (8) توضح بعض مجسمات النمط العام للأوريغامي المدبولي.¹²صورة (9) توضح شكل الوحدة الأساسية المكونة لنموذج النمط العضوي أو النمط العام.¹³

¹² <https://www.pinterest.com/explore/modular-origami/?lp=true>

¹³ <http://www.origami-resource-center.com/images/modular-origami-pyramid.jpg>

نشأة عمارة الأوريغامي Origami Architecture Origins :

تعددت الأشكال المعبرة عن الأوريغامي فهو إما يعبر عن الفن أو الثقافة أو التسلية أو العلوم الهندسية , فهو عملية تطويع وتشكيل مختلف الأنماط والنماذج القابلة للطي ، ليتحرر من كونه مجرد نشاط ذو تاريخ وأصل ياباني فقط ويصبح معترف به عالميا كوسيلة للفن حيث يسعى الكثير من الفنانين والمعماريين للتعبير من خلال فكر الأوريغامي لما له من خصائص فريدة مثل :

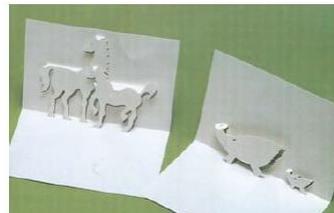
- السلوك الديناميكي المتراوح بين الفراغ الثنائي والثلاثي الأبعاد.
- التميز بصفة الإستمرارية باستخدام ورقة واحدة أو مسطح واحد.
- تنوع نوعية الظلال الناجمة عن عملية طي الورق.

تاريخ الأوريغامي ثلاثي الأبعاد في العمارة 3D Origami History in Architecture :¹⁴

ان تطوير بنية الأوريغامي في العمارة بدأت مع تجارب أستاذ "ماساهيرو شاتاني Masahiro Chatani " ¹⁵(أستاذ معين في معهد طوكيو للتكنولوجيا) في تصميم بطاقات معايدة أصلية وفريدة من نوعها ، هدفها نشر الثقافة اليابانية والتي تشجع على الأخذ والعطاء من خلال البطاقات لمختلف المناسبات والأعياد بشكل عام ورأس السنة اليابانية بشكل خاص .

في أوئل الثمانينات بدأ الأستاذ شاتاني في تجربة قطع ورقة قابلة للطي Kirigami لتقديم البطاقات المنبثقة ليبدو شكلها مثيراً للإهتمام مستخدماً في ذلك تقنيات الأوريغامي ودمج ذلك مع خبرته المعمارية خلق أنماط معقدة لعبت بتشكيلات الظل والنور.

العديد من تصميماته تم عملها بواسطة ورقة بيضاء ناصعة البياض للتأكيد على الظلال من خلال المنخفضات والطيات المصنوعة من الطي ، وفي مقدمة احد كتبه دعا لظلال القواطع ثلاثية الأبعاد بأنها خلقت "مشهد حالم" أو "عالم خيالي" بالنسبة للمشاهد. على الرغم من أن عمارة الأوريغامي تطورت واكتسبت شعبيتها في بادئ الأمر من اليابان ، الا أنه يتم ممارستها والعمل بها اليوم في جميع بلدان العالم، والصورة (10) توضح بعض نماذج الأعمال "ماساهيرو شاتاني Masahiro Chatani" في عمل البطاقات المنبثقة من خلال تقنية الأوريغامي.



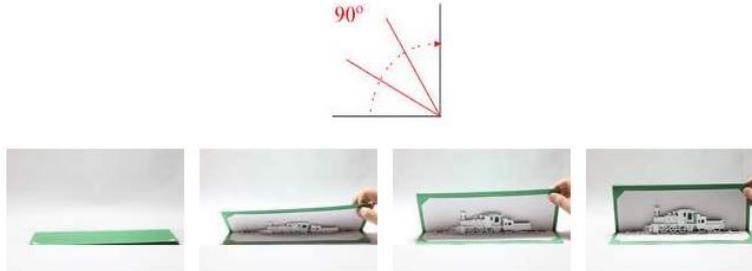
صورة (10) بعض نماذج أعمال "ماساهيرو شاتاني Masahiro Chatani" في عمل البطاقات المنبثقة من خلال تقنية الأوريغامي.

¹⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Origamic_architecture

ريهام محسن محمد حسنين، فن الأوريغامي وتأثيره على مفهوم التصميم الداخلي، مرجع سابق – ص 18
¹⁵ ولد ماساهيرو شاتاني Masahiro Chatani في هيروشيما، اليابان في عام 1934. نشأ وترعرع في طوكيو، وتخرج من معهد طوكيو للتكنولوجيا في عام 1956. وأصبح أستاذاً مساعداً في معهد طوكيو للتكنولوجيا في عام 1969، وأستاذاً مساعداً في جامعة واشنطن في عام 1977، وتمت ترقيته إلى درجة الأستاذية الكاملة في معهد طوكيو للتكنولوجيا في عام 1980. وكان في هذا الوقت اهو من ابتكر ما يعرف الآن باسم "هندسة الأوريغامي المعمارية" ، وأصبح أستاذاً فخري في وقت لاحق من خمسة عشر عاماً، واستمر في إلقاء محاضرات في عدد من المؤسسات، بما في ذلك كلية اليابان المعمارية، جامعة Hosei ، وجامعة شيزوكا الفن والهندسة المعمارية. بعد تقاعده من الأستاذية النشطة، استمر في السفر في جميع أنحاء العالم، مما اتاح له فرصة المشاركة في المعارض والمظاهرات والندوات حول التصميم المعماري وهندسة الأوريغامي المعمارية.

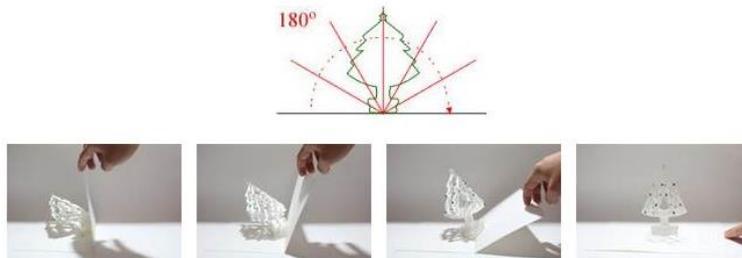
أنواع عمارة الأوريغامي ثلاثي الأبعاد 3D Origami Architecture Types¹⁶:

هناك عدة أنماط مختلفة من هندسة الأوريغامي المعمارية والتي تصنف تحت مسمى النماذج الورقية للبطاقات المنبثقة والتي تم استلهاً من عمارة الأوريغامي منها فيما بعد ، ويعتبر النوع الأكثر شيوعاً منها هو نوع الـ 90°، وهذا النوع من هندسة الأوريغامي المعمارية الأساسية ينطوي على قطع بسيطة وإجراءات قابلة للطي من قطعة من الورق عندما يتم فتح الورقة إلى 90° ، ويتكون هيكل البطاقة المنبثقة ثلاثية الأبعاد.



صورة (11) يوضح البطاقات المنبثقة على زاوية 90°.

نوع آخر من هندسة الأوريغامي المعمارية يعتبر كذلك ذو شعبية ، هو نموذج البطاقات المنبثقة بزاوية 180° وعادة ما يتطلب بضع قطع من أوراق لإجراء القطع، ثم يتم وضع أجزاء الورق المختلفة معاً، وتعلق على قطعة من "قاعدة ورقية أو بطاقة" بحيث يمكن فتح هذه القاعدة الورقية / بطاقة لتصل إلى 180°.



صورة (12) يوضح البطاقات المنبثقة على زاوية 180°.

مفهوم عمارة الطي الحديثة Modern Folding Architecture Concept¹⁷:

في علم الفيزياء يقصد بعملية الطي : التكيف في نظرية الفوضى أو الكوارث ، اما في العمارة فان مفهوم الطي يعبر عن تقنية من تقنيات فن الأوريغامي وهو عبارة عن عملة ثني طبقة فوق طبقة أخرى ، وفيما تبدو عملية الطي كأنها في مضمونها عملية تكرار للشكل فانها نظريا تعتبر عملية ذاتية حيث أنه لا يتم حذف أو إضافة أي عناصر مكونة للشكل ، كما أنها تعتبر عملية دقيقة تخاطب واحدة من أكثر صفات الشكل جودية وهو الانتقال من بُعد إلى آخر ، كما أنها عملية تنطوي على تغيرات توسع الصفات الهندسية للعنصر مع الاحتفاظ بطبولوجيته.

¹⁶ <http://www.amazingpopup.com/whatoa.htm>

https://en.wikipedia.org/wiki/Origami_architecture

¹⁷ ربهام محسن محمد حسنين، فن الأوريغامي وتأثيره على مفهوم التصميم الداخلي، مرجع سابق - ص 17

الأساليب الإنشائية للتصميمات المعمارية المطوية :Architectural Designs

لقد كانت بداية ومنتصف القرن العشرين بمثابة عصر استكشاف والعمل على الأبحاث الإنشائية والمعمارية الذي دعمه مهندسون معماريون كثر ، منهم من بحث الإمكانية الإنشائية البنائية لفكر الطي مثل " كانيليا Felix Candela " ، " كاتالانو Eduardo Catalano " ، " نرفي Per Luigi Nervi " ، " توروخا Eduardo torroja " وكلهم ناضلوا من أجل الإرتقاء بالمستوى المعماري للمباني الخرسانية رقيقة القشرة ، فقد تكرر في تلك الحقبة العديد من المشروعات ذات أشكال معقدة أو منحنيات مغالى فيها لإنشاء أسقف مطوية وشاعت الأسقف المطوية مثل شكل آلة الأورديون في أنحاء العالم.

وكان السبب وراء انتشار عمارة الطي هو السهولة النسبية للتصميم باتباع هذا الفكر بالإضافة إلى الإمكانية الإنشائية لصب الخرسانة في صورة مطوية ، وإستخدمت الهندسة للربط بين كل من الأداء الإنشائي وفكر الإحتواء، وتتنوع إنشآت عمارة الطي بين استخدام الخرسانة المسلحة والصلب والخشب لتصميم هياكل مطوية.

الإتجاه العضوي والإتجاه الهندسي Organic Orientation and Engineering Direction :¹⁸

قديمًا أتجه بعض مؤرخي فن إلى تصنيف الأعمال الفنية بما فيها العمارة طبقاً لنوعية أشكالها وأساليبها إلى إتجاهين: أحدهما الإتجاه العضوي ويرتبط بالمفهوم التمثيلي للأشياء ، بغعتبر أن الشكل العضوي يمثل العناصر الطبيعية ووفقاً لهذا ارتبط الشكل العضوي بالنماذج الطبيعية الحية. والإتجاه الثاني هو الإتجاه الهندسي القائم على أساس الشكل الهندسي ، وقد ارتبط بالمفهوم التجريدي في الفن ، بافتراض أن الشكل الهندسي لا يمثل المظاهر الطبيعية وإنما يمثل صورة لأشكال ذهنية تصويرية. ونتيجة لهذا تبلورت اتجاهات الفن في إتجاهين متقابلين هما الحيوية vocalism والبنائية constructionism وفي ذلك الأسلوب الحيوي نستطيع أن نرى الشكل العضوي وقد أصبح مجرداً لا يمثل عنصراً بذاته من العناصر الطبيعية كما كان من قبل في الفن التمثيلي ، بل أصبح بهذه الصفة التجريدية مشتركا مع الشكل الهندسي.

النظام العضوي Organic System :¹⁹

هو تنسيق الطبيعة لأشكالها والذي يتحقق عن طريق العوامل الطبيعية المختلفة مثل النمو البيولوجي والوظائف الحيوية المختلفة في الكائنات الحية والعوامل البيئية المتعددة كعوامل التعرية واثارها على صياغة مواد الأشياء في أشكال خاصة ، وفي دائرة المعرف العالمية يمثل الكائن الحي Organism ترابطاً منطقياً لقوى متصلة ومكتفية بذاتها وبناء على ذلك فالصفة المشتقة من هذا الاسم هي " العضوية Organic " تنطبق على حالة الكائن الحي وكل عمل فني عضوي يكون عالماً متحداً ف داخل ذاته ، تتصل جميع الأجزاء بعضها ببعض اتصالاً وثيقاً إلى حد أنها تشكل تكويناً مستقلاً.

الفن العضوي Organic Art :

أطلق "هربرت ريد" تعبير الفن العضوي لوصف الأسلوب الفني الذي أنتجته الأجناس الجنوبية في أوروبا ، حيث كانت الأشكال الطبيعية تمثل بواقعية ويتمثل هذا الفن بصورة واضحة في أعمال الفن الإغريقي في الفترة الكلاسيكية حيث كان الفنان يهدف إلى تمثيل الشكل الطبيعي بغرض التصميم وليس التحريف كما في الفن الهندسي.

¹⁸ علا على هاشم، التكامل بين العمارة العضوية والتصميم الداخلي وعلاقتها بالبيئة الحضرية المصرية، دكتوراه ، جامعة حلوان ، كلية الفنون التطبيقية ، 2000 م ، ص 116,117,118.
¹⁹مرجع سابق – ص 117

ولذلك يكون استعمالنا لصفة "عضوي" في مصطلح النظام العضوي هو لوصف ذلك النسق الشكلي المقابل لنسق الأشكال الهندسية ، والنسقان معا يكونان السمات المعروفة للأشكال في الطبيعة.

الفن الحيوي Dynamic Art²⁰:

ان الأشكال العضوية التجريدية ذات خصائص عامة مختلفة ومتميزة عن الأشكال الهندسية وإن كانت نشترك معها في خاصية التجريد، وهناك تحولاً جوهرياً في مفهوم هذا النمط من الفنون ، إذ أنه يتحول من ارتباط تمثيلي بالكائنات الطبيعية إلى ارتباط بالنسق العضوي لها ، حيث تتحول إلى علاقات شكلية مجردة لا تدل على كائن بذاته وإنما تدل على السمات الحيوية العامة الكامنة فيه.

النمط العضوي الحديث Modern Organic System:

النمط العضوي هو نمط فطري وجوهري بصورة متساوية ، له نقطة انطلاق بالادراك الحسي والفهم البيهيمي للأشياء، فالطبيعة انتقائية في معالجتها للحقائق الهندسية ، مثل النمو الذي يكون عملية منظمة ومحددة بواسطة عدد من القوانين الطبيعية التي نستطيع تسميتها بالقوانين البنائية وهي القوانين التي تحدد عمليات التطور والنمو والتوازن والتكيف فيما يشبه الإستقرار النسبي ، ويتضح من السابق ذكره أن كلا من الجانبين العضوي "الحيوي" والهندسي "البنائي" نابعين من مصدر واحد ، فالأساس البنائي والعضوي اشتقاق صحيح من مقدمة طبيعية وبهذا يندمج الجانبين من الناحية العلمية ويصبح من الصعب اتخاذ التبرير العلمي للفرقة بين العضوي والبنائي.

فلسفة الإستلهام من الطبيعة Philosophy of Inspiration from Nature²¹:

1- مصادر الإستلهام من الطبيعة Sources of Inspiration from Nature:

تعددت مصادر استلهام الأشكال من الطبيعة يتم عرضها من خلال ثلاث نظرات للطبيعة هي :

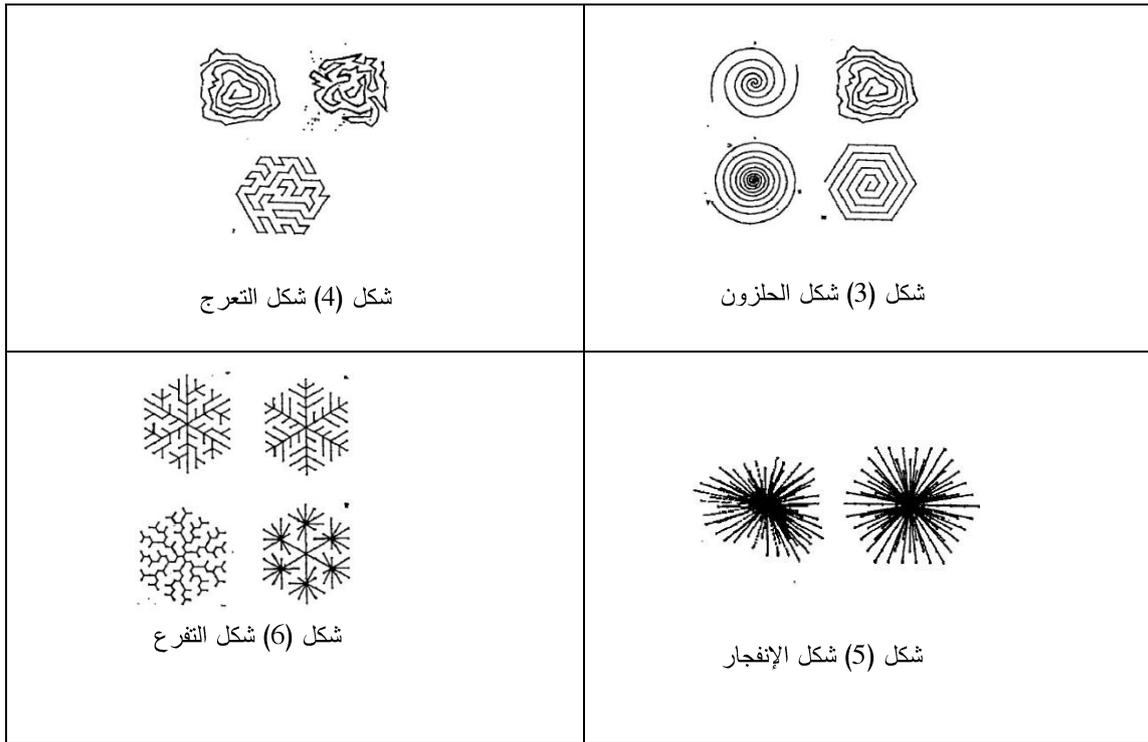
أولاً : الإستلهام الإحيائي الحركي :

وهو استلهام من الحركة في الكائنات الحية (الميكانيزم) ،وهو مذهب قائل بان جميع حركات الكون ناشئة من القوة الآلية ، بناء عليه يتم الإستلهام الحركي للتصميم من الطبيعة بواسطة التعبير عن القوى التي تتحرك داخل مكونات الطبيعة لنقل المادة من نقطة إلى أخرى، ونظراً لأن التطور يحدث في الطبيعة بأقل طاقة ، فان ذلك يحدث من خلال أربعة نماذج للحركة في الإستطاعة ان تكون مصدر استلهام للتخطيط والتصميم للتحرك بين مكوناته بأقل طاقة وبأقل مادة ممكنة:

- الحلزون
- التعرج
- الانفجار
- التفرع

²⁰مرجع سابق ص 121.

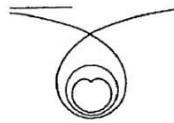
²¹مرجع سابق ص 124.



ثانيا : الإستلهام من القطبية للفراغ :22

استلهام من الحيوية والنمو ، فان العالم العضوي كل شئ فيه متحرك قابل لتغيير شكله ، وتحول الأشكال حركة مفروضة بين الولادة والموت لإستمراريتها في الفراغ الزمني ، حيث الزمن هو البعد الرابع والأشكال التي تظهر في هذه الإستمرارية ما هي إلا مادية هذه القوى ، ويمكن تفسير تحول الأشكال العضوية بمعرفة النقاط التالية :

- التمدد والإنكماش.
- التقعر والتحدب.
- النمو الحلزوني.
- الإشعاع المركزي - المحيطي البعيد عن المركز.



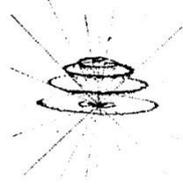
شكل (7) نموذج يوضح التمدد والإنكماش.



شكل (8) نموذج يوضح التقعر والتحدب.



شكل (9) نموذج يوضح النمو الحلزوني في النباتات.



شكل (10) نموذج يوضح التفرع والتحدب.

ثالثا : الاستلهام من صور العالم :²³

استلهام تمثيلي ورمزي لأشكال الطبيعة المختلفة، ومع الفن المعماري التمثيلي تمحي مختلف الثقافات وتتلاقى كل التقاليد ، حيث تميل معظم الشعوب بين حين وآخر نحو الصور الخاصة بهم أحيانا تبعا لمذهب المركزية وحيانا أخرى تبعا لحركة خلق العالم.

2- كيفية استقراء الشكل العضوي في الطبيعة extrapolating organic form in nature:²⁴

- يتم استقراء الشكل العضوي في الأعمال التصميمية العضوية من خلال ثلاث مستويات للتحليل وهي :
- المستوى الأول : مستوى الشكل او ما يمكن أن يطلق عليه "البنية الظاهرة".
- المستوى الثاني : مستوى القوانين الحاكمة للتشكيل او ما يطلق عليه "البنية العميقة".
- المستوى الثالث : مستوى المحتوى أو المضمون من معاني رمزية وهو ما يمكن أن يطلق عليه "الإطار الفكري".

كيفية تولد الأشكال في التصميم²⁵ Producing Shapes in Design:

ان التكوين العضوي لا يخرج عن كونه حيزا فراغيا تحده مجموعة من المستويات ، ومن ثم تتمثل الوحدة البنائية الأولى للتشكيل في النقطة ، كما تتمثل المفردات الأساسية للتشكيل في الخط والمستوى والفراغ ، وتتمثل عمليات تأسيس هذه المفردات في عمليات تولد الأشكال ، بينما يتمثل الجزء الخاص بالمضمون في نمط الميلاد وأخيرا تتبلور القوانين المؤسسة لهندسة التكوين المعماري العضوي وفقا لنمط الميلاد.

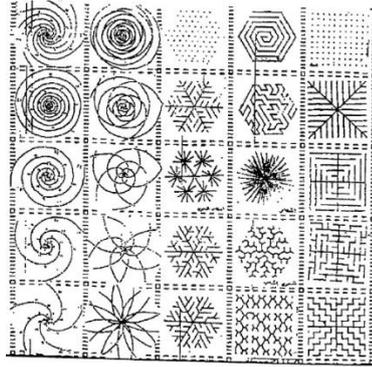
ومن خلال مصادر الاستلهام السابق تناولها تم استنتاج الآتي :

- النقطة تمثل الحلقة الأولى التي تبدأ منها جميع عمليات التحول لتوليد كافة الأشكال الممكنة وتمثلها عملية النمو أو التكرار.
- حركة النقطة في عدة اتجاهات يمثلها الخط.
- حركة الخط في عدة اتجاهات يمثلها السطح.
- حركة السطح في عدة اتجاهات يمثلها التكوين المعماري العضوي المراد تصميمه.

²³مرجع سابق ص 149

²⁴مرجع سابق ص 171

²⁵مرجع سابق ص 154

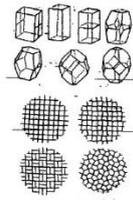
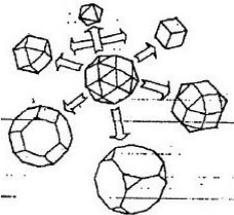
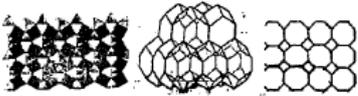
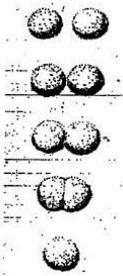
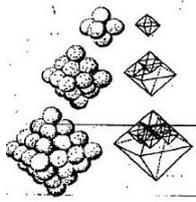
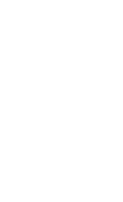
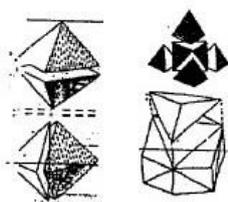


شكل (11) يوضح حركة النقطة التي تبدأ منها جميع عمليات التحول لتوليد كافة الأشكال.

كما انه تبين ان لعمليات النمو ثلاث أنماط ، خطي ومركزي وحر ، والتي تركز عليها عمليات تولد الأشكال والتكوينات العضوية المختلفة مثل:

<p>عملية الإنكسار</p> <p>شكل (13)</p>	<p>عملية الإنحناء²⁶</p> <p>شكل (12)</p>
<p>عملية الإنضغاط (الإنكماش)</p> <p>شكل (15)</p>	<p>عملية الإطالة (الإمتداد)</p> <p>شكل (14)</p>
<p>عملية الدوران</p> <p>شكل (17)</p>	<p>عملية الإنتقال</p> <p>شكل (16)</p>

²⁶مرجع سابق - من ص 157 الى ص 166

<p>عملية التحريف</p>  <p>شكل (19)</p>	<p>عملية التحول</p>  <p>شكل (18)</p>
<p>عملية التكرار</p>  <p>شكل (21)</p>	<p>عملية التلخيص</p>  <p>شكل (20)</p>
<p>عملية الدمج</p>  <p>شكل (23)</p>	<p>عملية الإضافة²⁷</p>  <p>شكل (22)</p>
<p>عملية الحذف</p>  <p>شكل (24)</p>	<p>عملية القطع</p>  <p>شكل (24)</p>

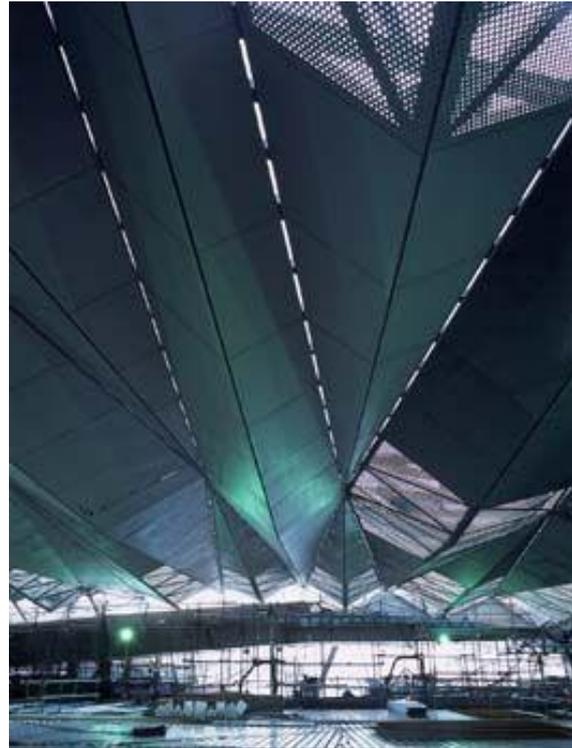
مما سبق يمكننا القول ان فن الأوريجامي وعلى الرغم من أنه يعتبر من أقدم الفنون العريقة على مر التاريخ إلا انه أثبت تأثيرا واضحا بالإستلهام من الطبيعة ومحاكاة عناصرها، سواء من خلال الأشكال التقليدية القديمة لطي الورق كعمل نماذج للطيور أو الأشجار أو غيرها، أو من خلال تطور مفهوم الطي في عمارة الأوريجامي ووضع تأثيرها بالفكر الهندسي للنظرية العضوية، وفيما يلي عرض لأهم نماذج من مشاريع معمارية تؤكد على ما سبق توضيحه في البحث.

²⁷مرجع سابق - من ص 167 الى 170

أهم المشاريع الهندسية التي استعانت بمفهوم الطي وفن الأوريغامي والإستلهام من الطبيعة:
1. مشروع تصميم السقف الهيكلي المطوي من الصلب لميناء الرحلات البحرية الدولية

بيوكوهاما Yokohama International Port:28

المشروع من تنفيذ مجموعة FOA المعمارية ومن تصميم المصمم المعماري الألماني جيوجين ويس Juergen Weiss عام 1995م مؤسس عمارة إعادة الفكر ، تم إستكمال المشروع في عام 2002 م.
التصميم المعماري التصويري للسقف مستلهم من فن الأوريغامي لشكل موجة هوكوساي Hokusai Wave على شكل نمط عظام السمك Fishbone حيث اعتمد على الأجزاء مثلثة الشكل من الفولاذ المطلي.

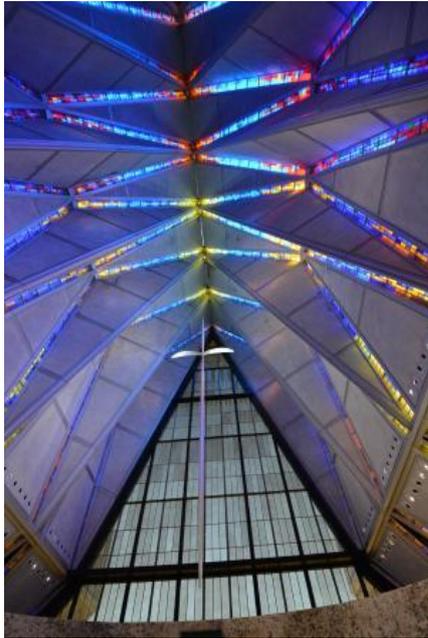


صورة (13) لمشروع تصميم السقف الهيكلي المطوي من الصلب لميناء الرحلات البحرية الدولية بيوكوهاما.

²⁸<http://www.architravel.com/architravel/building/yokohama-international-passenger-terminal/>
<https://www.designboom.com/architecture/yokohama-international-passenger-terminal-foreign-office-architects-edward-caruso-02-16-2017/>

2. كنيسة كاديه بأكاديمية الدفاع الجوي بالولايات المتحدة الأمريكية Us Air Force Academy Cadet Chapel²⁹

من تصميم المصمم "نيتش" Walter Netsch و"سكيدمور Skidmore" و "أوينجز Owings"، تم الإنتهاء من إنشاء المبنى في عام 1962 م حيث اتحد السقف مع الحائط باستخدام الطيات الهرمية.

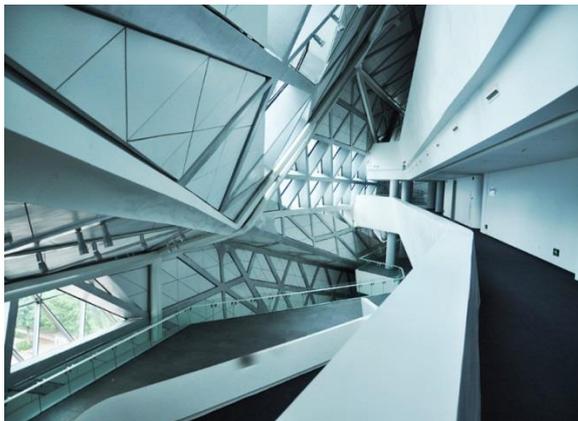
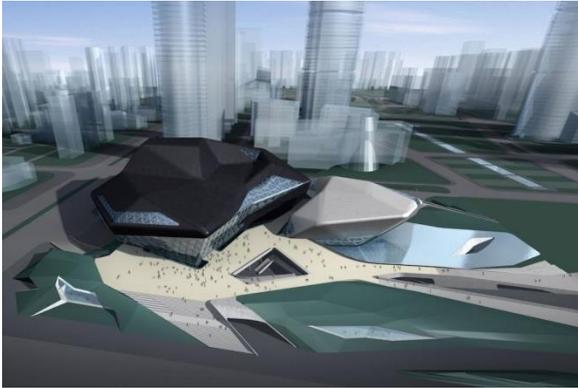


صورة (15) كنيسة كاديه بأكاديمية الدفاع الجوي بالولايات المتحدة الأمريكية.

²⁹ https://en.wikipedia.org/wiki/United_States_Air_Force_Academy_Cadet_Chapel
<https://www.usafa.edu/academics/facilities/cadet-chapel/>
<https://en.wikiarquitectura.com/building/united-states-air-force-academy-cadet-chapel/>

3. مشروع أوبرا جوانجزو للمصممة زها حديد : 30 Zaha Hadid

تم تنفيذ المشروع باستخدام خامة الصلب كخامة إنشائية، تم تصميم وتنفيذ المشروع في الفترة ما بين عام 2003م وعام 2010 م بمدينة جوانجزو بالصين على مساحة 70000 متر مربع، وقد نشأت فكرة التصميم من فكر الطي والتفاعل بين الطبيعة والعمارة، وهو من أكثر المشاريع التي تدل على علاقة ارتباط مفهوم الطي في الأوريجامي بالنظرية العضوية.



صورة (14) مشروع أوبرا جوانجزو للمصممة زها حديد.

النتائج:

1. تطور فكر الأوريجامي من كونه مجرد فن يُعنى بطي الورق المسطح وتحويله إلى مجسمات بسيطة إلى مفهوم الطي الحديث والذي تأثر بالعديد من التخصصات الفنية والنظريات الهندسية.
2. أتجه الأوريجامي الحديث إلى الأخذ من النظريات الهندسية الحديثة.
3. ان كلا من الجانب الحيوي النابع من النظرية العضوية والجانب البنائي الهندسي النابع من فن الأوريجامي يرجعان إلى مصدر واحد في الأساس فكلاهما يعنيان بالإستلهام من الطبيعة.
4. تم الوصول من خلال البحث الى البعد الزمني الذي أدى إلى تأثير فن الأوريجامي على التصميم فيما يتعلق بارتباط مفهوم الطي بالنظرية العضوية.

³⁰ <http://www.zaha-hadid.com/architecture/guangzhou-opera-house/>

<https://www.dezeen.com/2011/02/25/guangzhou-opera-house-by-zaha-hadid-architects/>

التوصيات:

1. يجب على المصممين البحث في الاتجاهات الفنية والهندسية الحديثة ذات الأصول التاريخية القديمة مثل فن الأوريغامي لما لها من دور في إثراء عملية التصميم والإستفادة من ذلك في مجال التصميم الداخلي وتصميم الأثاث.
2. أهمية دراية المصمم الداخلي بالخط الزمني للحركان الفنية والنظريات الهندسية وعلاقتها ومدى تأثير كل منها بالأخر.
3. الإتجاه إلى المعاصرة بمفهومها الصحيح في مجال العمارة والتصميم الداخلي، والسعي إلى التغيير لعمل تصميم متوافق مع المتغيرات المفاجئة للبيئة (الطبيعية- الحضرية) وتحقيق ذلك من خلال الإستعانة بفكر الأوريغامي والطبي الحديث.

المراجع:**أولاً: المراجع العربية:**

1. أميمة إبراهيم محمد قاسم، أساسيات تصميم الأثاث العضوي وارتباطه بالأثاث المصري القديم، دكتوراه، جامعة حلوان، كلية الفنون التطبيقية، 2002 م.
2. ريهام محسن محمد حسنين ، فن الأوريغامي وتأثيره على مفهوم التصميم الداخلي ،ماجستير، جامعة اسكندرية، كلية الفنون الجميلة، 2013.
3. علا على هاشم، التكامل بين العمارة العضوية والتصميم الداخلي وعلاقتهم بالبيئة الحضرية المصرية، دكتوراه ، جامعة حلوان ، كلية الفنون التطبيقية ، 2000 م.
4. محمد أحمد ماضي أحمد ،التشكيل الأوريغامي ومدى تأثيره على فن النحت الحديث ، بحث مقدم الى مجلة الفنون والتكنولوجيا،كلية الفنون التطبيقية ، جامعة حلوان، 2015.
5. مصطفى محمود شحاته محمود، أثر فن الأوريغامي في تعليم وممارسة التصميم الصناعي، ماجستير ، جامعة حلوان ، كلية الفنون التطبيقية، 2014.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

1. Nergiz YİĞİT, Industrial Product Design by Using Two-Dimensional Material in the Context of Origamic Structure and Integrity, master of industrial design ,Izmir Institute of Technology, 2004.
2. Jiya, David Yabagi, Extensions of Origami Principles in Designing Pavilions for Relaxation in Tertiary Institutions in Minna, Federal University of Technology.
3. Sahar Jazebi, Origami, Kirigami and The Modeling Of Leaves : An Interactive Computer Application, Department of computer Science , 2012.

ثالثاً: المواقع الإلكترونية:

1. <http://www.architravel.com/architravel/building/yokohama-international-passenger-terminal/>
2. <http://www.amazingpopup.com/whatoa.htm>
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Origamic_architecture
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Origamic_architecture
5. <https://www.designboom.com/architecture/yokohama-international-passenger-terminal-foreign-office-architects-edward-caruso-02-16-2017/>
6. <https://www.dezeen.com/2011/02/25/guangzhou-opera-house-by-zaha-hadid-architects/>
7. <http://origami.about.com/od/History-Of-Origami/a/A-Brief-History-Of-Origami.htm>
8. <http://www.origami-do.it/luisa-canovi/>
9. <http://www.origami-resource-center.com/images/modular-origami-pyramid.jpg>
10. <http://www.paperfolding.com/history/parttwo/>
11. <https://www.pinterest.com/explore/modular-origami/?lp=true>
12. <http://www.zaha-hadid.com/architecture/guangzhou-opera-house/>