جمعية أمسيا مصر (التربية عن طريق الفن)
المشهرة برقم (٥٣٢٠) سنة ٢٠١٤
مديرية الشئون الإجتماعية بالجيزة

" العلاقات الشكلية الطوبولوجية كمدخل لتطوير العملية الإبداعية فى مجال التصميم " (دراسة وصفية تحليلية)

إعداد

حنان عونى محمد محمود

المدرس المساعد بقسم التصميمات الزخرفية بكلية التربية الفنية . جامعة المنيا

ملخص البحث

إنطلاقاً من العلاقة الوثيقة بين الفن والعلم وفى ظل التطورات العلمية والتكنولوجية التى نعيش بصددها إستطاعت الطوبولوجيا كأحد الفروع الحديثة فى الرياضيات أن تصبح مرجعية فكرية ومصدر غنى يستعان به فى إثراء القيم والعلاقات التصميمية ، وفق منطقية فكرية لما يتميز به من خصائص وإمكانات التشكيلية ، وهنا تكمن مشكلة البحث فى التعرف على مفهوم الطوبولوجيا ومدى الاستفادة منها فى تطوير العملية الابداعية والجمالية فى التصميم ، لذا يهدف البحث إلى محاولة تكوين مرجعيات ذات أصول رياضية وصولاً لمفاهيم وافكار غير تقليدية ، من خلال الاستناد على علم الطوبولوجى لإيجاد التكاملية الإبداعية.

استخدم فى الدراسة المنهج الوصفى التحليلى بهدف دراسة نشأة وماهية علم الطوبولوجى ، وتوضيح مفهوم الطوبولوجيا ودورها فى تطوير العملية الابداعية والجمالية فى التصميم ، ومن أهم النتائج التى توصلت اليها الدراسة أن الطوبولوجيا كعلم رياضى طورت من العملية الابداعية والجمالية فى التصميم ، حيث أضافت أبعادا جمالية لرؤية الأعمال الفنية من خلال إكتشاف قيم جمالية لم تكن مطروقة من قبل ، وتشمل توصيات البحث ضرورة الاستفادة من العلاقة الوثيقة بين العلم والفن ، من خلال إجراء المزيد من الدرسات والبحوث.

Summary:

Based on the close relationship between art and science and in light of the scientific and technological developments that we live in, topology, as one of the modern branches of mathematics, has been able to become an intellectual reference and a rich source that can be used to enrich design values and relationships according to intellectual logic due to its interest in studying the characteristics of the shape and its formative potential. Here lies the problem of the research in identifying the concept of topology and the extent of its benefit in developing the creative and aesthetic process in design. Therefore, the research aims to try to form references with mathematical origins to reach unconventional concepts and ideas, by relying on the science of topology to find creative integration.

The study used the descriptive analytical approach with the aim of studying the origin and nature of topology, and clarifying the concept of topology and its role in developing the creative and aesthetic process in design. One of the most important results reached by the study is that topology as a mathematical science developed the creative and aesthetic process in design, as it added aesthetic dimensions to the vision of artistic works by discovering aesthetic values that were not previously touched upon. The research recommendations include the necessity of benefiting from the close relationship between science and art, by conducting more studies and research.

الكلمات الرئيسية : الطوبولوجيا ، العملية الابداعية ، التصميم.

مقدمة :

ارتبط الفن بالعلم ارتباطاً وثيقاً وقديماً منذ الأزل فمنذ نشأة الفن وحتى الأن تأثر الفن كثيراً بالمتغيرات المحيطة به ، وكان على رأسها المتغيرات العلمية والتكنولوجية ، فمع بداية القرن العشرين كان للتقدم العلمى والثورة التكنولوجية أثرها المباشر على كافة التخصصات ومنها الفن التشكيلى والعلوم بكافة مجالاته.[١]

وإنطلاقاً من هذه العلاقة الوثيقة بين الفن والعلم وفى ظل التطورات العلمية والتكنولوجية التى نعيش بصددها الأن ، استطاع الفن أخيراً بأن يصل إلى قمة درجات الأمتزاج والأرتباط بالمجالات العلمية المختلفة مثل (الفيزياء والعلوم الطبيعية والرياضيات والهندسة وغيرها) ويعد كل منها منبع للآخر يأخذ منه ويصب فيه ، إذ يستخدم الفيزيائيون ما هو متاح من الرياضيات والمعادلات المتعلقة بتفسير نظرياتهم العلمية ، كما أن هناك توجه واضح نحو إستخدام الاكتشافات والنظريات العلمية الحديثة والنظم الرياضية والبنائيات الهندسية الجديدة وفروع الرياضيات المختلفة ، ومحاولة دمجها فى المجالات الفنية لإنتاج أعمال فنية برؤية فنية جديدة تقوم على منطق رياضي و نظام هندسي متعدد الأبعاد

تعد الطوبولوجيا فرع من فروع الرياضيات الحديثة التى يمكن الاعتماد عليها كمرجعية فكرية ومصدر غنى يستعان به فى تطوير العملية الابداعية والجمالية فى التصميم من خلال إثراء القيم والعلاقات التصميمية وفق منطقية فكرية لما يتميز به من الاهتمام بدراسة خصائص الشكل وإمكاناته التشكيلية حيث يضفى نوع من القبول والتقنين الشكلى.

مشكلة البحث:

يسعى البحث إلى تحقيق الإستفادة من العلاقة الوثيقة بين العلم والفن ونشر ثقافة الفكر الرياضى و إثراء القيم والعلاقات التصميمية ، ومن خلال ما سبق يمكن تحديد مشكلة البحث فى السؤال الرئيسى التالى:-

---

[١] رولف أيسر (١٩٨٦): "بين الفن والعلم " ترجمة سلمان داود الواسطى ، دار المأمون للترجمة والنشر ، ص١٢

- كيف يمكن الإستفادة من علم الطوبولوجى فى تطوير العملية الابداعية والجمالية فى التصميم؟

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى ما يلى :

١- الاستفادة من العلاقة الوثيقة بين العلم والفن ، من خلال الطوبولوجيا ومدى قدرتها على إحداث تأثيرات إبداعية فى التصميم.

٢- التعرف على المفاهيم والمعايير الإبداعية للتصميم فى ضوء فلسفة علم الطوبولوجى .

٣- إيجاد علاقة تكاملية إبداعية بين علم الطوبولوجى والعملية التصميمية.

أهمية البحث:

ترجع أهمية البحث الحالى إلى ما يلى :

١ - فتح أفاق جديدة للإبداع الفنى من خلال تكوين مرجعيات ذات أصول رياضية ووصولاً لمفاهيم وافكار غير تقليدية ، من خلال الاستناد على علم الطوبولوجى.

٣- تكوين خلفيات ومصادر مرجعية لدارسى الفنون مما يعطى اعمالهم صبغة عقلية ومنهجية فكرية سواء فى المفهوم او التناول الشكلى.

فرض البحث:-

يفترض البحث أن :-

- من خلال العلاقات التشكيلية الطوبولوجية يمكن استخلاص مداخل لتطوير العملية الإبداعية في مجال التصميم .

منهجية البحث:-

- استخدم فى هذه الدراسة المنهج الوصفى التحليلى لتوضيح ماهية علم الطوبولوجى ونشأته ، ودراسة مفهوم الطوبولوجيا ودورها فى تطوير العملية الابداعية والجمالية فى التصميم.

مصطلحات البحث:-

طوبولوجيا (Topology) :

الطوبولوجى أو التوبولوجيا بالإنجليزية Topology أو علم الفراغ أو المكان ، وهى كلمة يونانية مشتقة من (Topos وتعنى مكان أو فراغ و Logos وتعنى دراسة أو علم) ، وهى تعنى دراسة المجموعات المتغيرة التى لا تتغير طبيعة محتوياتها ، مما دفع بعض علماء الرياضيات والهندسة إلى تسميتها بالهندسة المطاطية ، وتهتم الطوبولوجيا بدراسة الخصائص المكانية وفق التشوهات ثنائية الإستمرار (الشد دون تمزيق) ، هذه الخصائص تعرف عادة باللامتباينات الطوبولوجية. [1]

أولاً : نشأة وماهية الطوبولوجيا :-

الطوبولوجيا تسمى أيضاً بـ "هندسة الألواح المطاطية" ، وتعد أمتداداً للهندسة الرياضية والتحليل الرياضى ، تم الاعتراف بأنها فرعاً مستقلاً من العلوم الرياضية فى العقد الثانى من القرن العشرين ، لكن نموها الواسع بدأ فى العقد الرابع منه ، وهى من أبرز الفروع الرياضية الجديدة نسبياً ، حيث نشأت فى القرن التاسع عشر وتبلورت فى القرن العشرين ، ورغم أن جذورها تمتد فى الهندسة والتحليل الرياضى إلا أنها أستقلت عنهما وأصبحت أداة تخدم كل الرياضيات.

الطوبولوجى هو فرع من فروع علم الرياضيات يدرس هندسة السطوح المتحولة التى تنشأ من خلال عمليات التشويه والمط والشد والجدل ، وهو علم يهتم بدراسة

1 - **KD joshi (1983)** " Introduction to General Topology" Firest Edition, New Age, International (p) LTD,Puplishers, p 61

الخصائص الجوهرية للأشكال الهندسية مثل الدوائر والمنحنيات والأسطح المتعددة المستويات شكل (١) ، وهو علم يخص التحولات الذاتية الغير منتظمة ، كما أنها تدرس الأسطح الغريبة التى يمكن تعديلها دون انكسار لخواصها المطاطية[١]

شكل رقم (١) يوضح أحد الأسطح متعددة المستويات[٢]

يرى العالم دارسى **تومسون " Thompson "** أنه يمكن تحويل شكل لأحد الأعضاء الحية إلى شكل عضو آخر من خلال دالات رياضية ، أى أنها تستخدم فى دراسة تحول الأشكال من شكل بسيط إلى شكل معقد وقد يكون ذلك الشكل المعقد تتقبله حدود المنطق أو لا ، وسواء كان هذا التحول والتغير فى البنية الظاهرية أو الشبكية الداخلية ، فالتحولات تعمل على الجمع بين المتواليات فى مشهد واحد ، وتلك العمليات بأصولها الرياضية تضفى صبغة منطقية على التكوين النهائى لكونها تمر بمراحل محسوبة تمنطق الشكل وتضفى عليه بعدا جماليا.[٣]

---

1 - **KD joshi (1983)** " Introduction to General Topology" Firest Edition, New Age, International (p) LTD,Puplishers,p62

2 - https://www.wikiart.org/en/m-c-escher/knots-colour

٣- ممدوح أحمد فرج عبد الخير (٢٠٠٨) : "النسب فى العمارة ملامح التحول من تاثيرات الفكر الإنسانى الحاكم إلى تطبيقات الحاسب الألى " رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الهندسة ،قسم الهندسة المعمارية ، جامعة القاهرة ، ص١٨١

يعتبرعلم الطوبولوجى أحد فروع الرياضيات البحتة والتطبيقية الذى عمل على توسيع دائرة الفكر لتكون أكثر مرونة ولتشمل العديد من الجوانب التى عجز التفكير أو الاتجاه الإقليدى عن معالجتها ، فهو العلم الجديد الذى يستخدم المرونة بدلاً من حزم هندسة اقليدس التى وضعت قبل الميلاد والتى أرست دعائم التفكير المنطقى والعلمى بشكل معين.

استخدمت كلمة طوبولوجيا للمرة الأولى فى ألمانيا عام ١٨٤٧ من قبل العالم الرياضى الألمانى **يوهان بينيدكت ليستينغ (Johan Benedict Listing)** ، أما الكلمة الإنجليزية فقد ظهرت أول مرة عام ١٨٣٣ فى مجلة نيتشر "nature" (مجلة بريطانية) وخلال الفترة الممتدة بين نهايات القرن التاسع عشر وأوساط القرن العشرين تم وضع العديد من الكتب التى أسست الطوبولوجيا لتكون علماً رياضياً مستقلاً .[١]

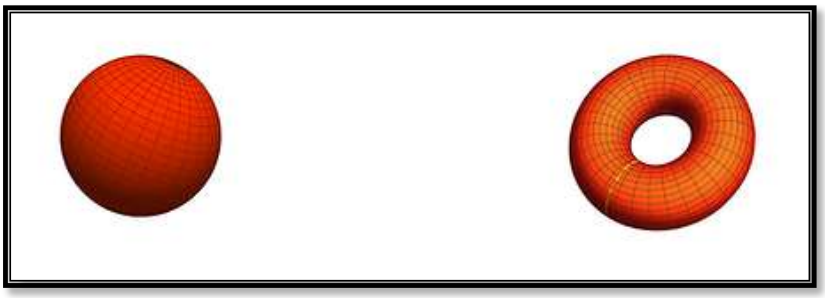
ثانياً: مفهوم الطوبولوجيا

تبحث الطوبولوجيا فى خصائص الفضاءات الطوبولوجية التى تظل دون تغيير فى ظل التماثل أى عندما تطبق عليها التحويلات (التوابع أو الدوال) المستمرة حيث تحافظ على البنية الطوبولوجية الأساسية للفضاء ، وتسمى الخصائص التى لا تتغير بعد تطبيق التحويلات المستمرة عليها بالخصائص الطوبولوجية لكن أى نوع من الخصائص يمكن وصفها بأنها طوبولوجية ، فمن الواضح بأنها ليست تلك التى تدرس فى الهندسة الإقليدية المألوفة فالأستقامة مثلاً ليست خاصية طوبولوجية ، لأن الخط المستقيم يمكن ثنيه ليصبح متعرجاً ، وكذلك شكل المثلث ليس خاصية طوبولوجية أيضاً ، لأنه يمكن إخضاع المثلث لمط وثنى مستمرين ليتحول إلى دائرة ، والكرة ليست خاصية طوبولوجية لأنه يمكن تحويل الكرة بعد إخضاعها للتحويلات السابقة إلى مكعب ، وبهذا المعنى فإن أطوال القطع المستقيمة ، ومقادير الزوايا والمساحات هى

[١]- هدى ابراهيم على متولى النادى (٢٠١٥): النظم الرياضية فى النحت المعاصر كمدخل لتدريس التشكيل المجسم ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة حلوان ، كلية التربية الفنية ، قسم التعبير المجسم، ص ٨٥

جميعاً مفاهيم يمكن تغييرها بالتحويلات المستمرة ومن ثم فهى خصائص غير طوبولوجية .

الطوبولوجيا لا يمكنها التمييز بين شكل هندسى كروى وشكل هندسى مكعب ، لأنه يمكن الوصول من أحد هذه الأشكال إلى الشكل الآخر دون تمزيق أى من الشكلين، لكنها تميز بين الشكل الهندسى الكروى وشكل الحلقة لأنه لا يمكن الوصول من الشكل الكروى إلى الشكل الحلقوى دون تمزيق الشكل الكروى والعكس حيث أن تمزيق الشكل الحلقوى هو إلغاء الثقب الموجود فى الحلقة شكل (٢) ، فوجود ثقب فى شكل حلقوى مثل الطارة لا يمكن لأى تحويل مستمر أن يغير وجود تلك الحافة ، فهى لا تكون جزءاً منها ، ومهما كان نمط التحويلات المستمرة التى يخضع لها سطح الطارة ، يظل الثقب موجودة فيها.[١]



(أ) طارة (ب) كرة

شكل رقم (٢) يوضح الفرق بين الطارة والكرة بوجود ثقب من تنفيذ الباحثة

تنوع الأشياء التى يدرسها الطوبولوجى أقل من تنوع الأشياء التى تتناولها الفروع الرياضية الأخرى ، ففى الطوبولوجيا لا فرق بين الدائرة والمثلث وبين الكرة ومتوازى المستطيلات وبين القطعة المستقيمة وأى منحنى ناتج منها بالمط والثنى ، فالدائرة والشكل البيضاوى على سبيل المثال أو المربع والمستطيل يمكن إعتبارها

[١]- هدى ابراهيم على متولى النادى (٢٠١٥): مرجع سابق ، ص ٨٧

جميعا متساوية طوبولوجيا ، حيث يمكن تشويه الدائرة عن طريق مطها ليتخذا الشكل البيضاوى وكذلك المربع من خلال مطه ليصبح مستطيل

وتختلف الطوبولوجيا عن باقى فروع الرياضيات الأخرى ، فالهندسة هى دراسة الفضاء وعلاقته مع فضاءات أخرى أما الطوبولوجيا فهى دراسة نقط مشتركة بين أجسام أو فضاءات منحنية بطرق مختلفة مع محاولة تغيير وتبديل هيئة هذا الفضاء.

مثال : لو أردنا دراسة شكل أو فضاء معين بإستخدام فروع الرياضيات المختلفة ، فالجبر يشبه بتحديد هوية وجنسية فضاء مدروس ، أما الهندسة فهى تصف شكل الفضاء وأبعاده واحجامه ، اما التحليل يمكن تشبيهه بأخذ مقاييس هذا الفضاء ، أما الطوبولوجيا فهى محاولة لتغيير بنية هذا الفضاء سواء عن طريق طيه اوتقليصه أو تحويله لفضاء اخر.

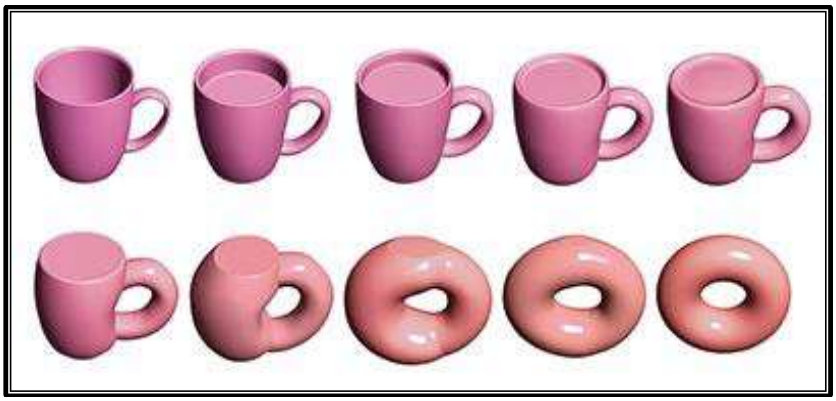
يقال عن فضائيين طوبولوجين إنهما متكافئان طوبولوجياً إذا كان هناك تجانس بينهما أى إذا أمكن الإنتقال من أحداهما إلى الآخر بطريقة مستمرة ، ثم العودة إلى الوضع الأصلى بطريقة مستمرة أيضاً ، وغالباً ما يقال إن الطوبولوجى لا يفرق بين الدونات أو الطارة وفنجان القهوة شكل (٣) ، اللذين يقدمان مثالاً على شيئيين متكافئيين طوبولوجياً ، وبتعبير أخر يقال أن الدونات وفنجان القهوة لهما نفس الطوبولوجيا ، ولكى نقول أن الجسمان لهما نفس الطوبولوجيا ومتكافئان لابد من توافر بعض الشروط :

١ – أن يكون لهما نفس البعد .

٢ – لو كان فى الجسم الأول ثقب واحد فعلى الجسم الثانى أن يكون به ثقب واحد ، ولو كان يحتوى على ثقبين فعلى الجسم الثانى أن يحتوى على ثقبين وهكذا.

٣ – الخيط المقطوع لا يساوى طوبولوجيا الخيط المتصل.[١]

[1] - **KD joshi (1983)** " Introduction to General Topology" Firest Edition, New Age, International (p) LTD,Puplishers,p62



شكل رقم (٣) تحويل كعكة دونات إلى كوب قهوة والعكس[١]

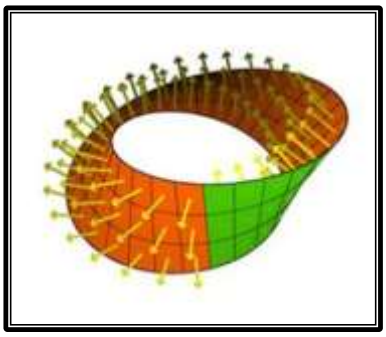
تعتبر خاصية "التوجيه" فى الفضاءات الطوبولوجية أحد مفاتيح فهم وتصنيف الأسطح والمشعبات فى الطوبولوجيا وترتبط إرتباط وثيق بعدد أوجه أو جوانب الشكل ، فالأسطح ثنائية الجانب هى أسطح "قابلة للتوجيه" "**orientable**" وهى التى لو قمنا بدوران نقطة حول سطحها فسوف تعود إلى نفس النقطة التى بدأت منها مثل الأسطوانة والكرة شكل (٤) ، أما الأسطح أحادية الجانب هى أسطح "غير قابلة للتوجيه" **"non-orientable"** وهى التى لو قامت نقطة بالدوران حول سطحها فسوف تعود إلى نفس النقطة ولكن بشكل عكس المرآة أى بوضعية معاكسة لوضعيته الأولى مثل شريط موبيوس وغيرها من الأسطح الطوبولوجية شكل (٥). [٢]

---

[1]- https://www.reddit.com/r/thomastheplankengine/comments/1i2p8w6/had_this_dream_a_while_ago/?rdt=56390

[2] - Tom Babinec, Chris Best, Michael Bliss, Nikolai Brendler, Eric Fu, Adriane Fung, Tyler Klein, Alex Larson, Topcue Lee, John Madonna, Joel Mousseau, Nick Posavetz, Matt osenberg, Danielle Rogers, Andrew Sardone, Justin Shaler, Smrithi Srinivasan, Pete Troyan, Jackson Yim, Elizabeth Uible, Derek Van Farowe, Paige Warmker,Zheng Wu, Nina Zhang," Introduction to Topology" Renzo's Math 490, Winter 2007, p76

شكل (٤) يوضح كرة قابلة للتوجيه "orientable" [1]



شكل (٥) يوضح سطح غير قابل للتوجيه "non-orientable" [1]

ثالثاً: تطبيقات الطوبولوجيا فى المجالات المختلفة :

تطبيقات الطوبولوجيا واسعة ومتنوعة وأقتحمت علوماً أخرى غير الرياضيات ، وقد يكون من الصعب للوهلة الأولى رؤية ذلك ، لكنّ الطوبولوجيا تمثّل حجر الأساس لمختلف المجالات في الرّياضيات ، إنّ شرح كيفية تسخير الطوبولوجيا "عمليًّا" أمر صعب جدًّا ، لأنه يُعتبر متأصلاً في الطريقة التي تعمل بها الرياضيات، وقد يستخدمه أى منا فى حياته اليومية دون ملاحظة ذلك ، ومن أهم تطبيقاتها ما يلى :-

١- **علوم الرياضيات والفيزياء النظرية والكيمياء وغيرها** : استخدم الباحثين والعلماء مفاهيم الطوبولوجيا في دراسة المجالات الفيزيائية الحديثة ، حيث مكنهم إتجاه الطوبولوجى من إنشاء نماذج رياضية كان من الصعب التعامل معها سابقا ، كما استخدمت لدراسة المساحات الفراغية وتحليل البيانات ، وتطوير النماذج الرياضية ، ودراسة الفضاء والمجموعات المتصلة والفاصلة والتناظر ، كل ذلك ساعد الباحثين فى إيجاد حلول لمشاكل ونظريات وفرضيات وحدسيات علمية معقدة لظواهر كونية لم تكن معروفة من قبل مثل الفضاء الإسقاطى العقدى وحدسية بونكارى وغيرهم الكثير.

٢- **علوم الحوسبة:** حيث يتم استخدمها فى تصميم وبرمجة الحواسيب، وفى تحليل وتصميم الخوارزميات وتحديد خصائص البيانات وتنظيمها ، كما تستخدم الخوارزميات

[1] https://www.researchgate.net/figure/Figure-no1-In-E-the-Moebius-Band-is-constructed-by-joining-the-top-and-bottom-sides-of_fig2_258788236

الطوبولوجية للتحليل الرقمي وتصنيف الصور والصوت والفيديو والتعرف على الأنماط[1].

٣- **تطوير تقنيات المعلومات والاتصالات :**حيث تعتمد الكثير من هذه التقنيات على الطوبولوجيا، مثل الإنترنت والشبكات الحاسوبية

٤- **الهندسة الكهربائية** : يتم استخدام الطوبولوجيا في تحليل الدوائر الكهربائية وتصميم الأنظمة الكهربائية ، كما أنها تستخدم فى العديد من المجالات الأخرى مثل الهندسة المعمارية وعلم المواد وعلم الفلك وعلم الأرض.

٥- **الطب والهندسة الطبية:** حيث يتم استخدام الطوبولوجيا لدراسة التشكيل والحركات المختلفة للأعضاء والتسلسلات الجينية، وكذلك تصور ودراسة الخصائص الفيزيائية للأوعية الدموية والعظام .

٦- **الجغرافيا والجيولوجيا والاستكشافات النفطية** : حيث يتم استخدام الطوبولوجيا فى دراسة وتحليل الأشكال الجغرافية والجيولوجية وتصميم الخرائط ، كما أن لها دور مهم فى الاستكشافات النفطية من خلال تحليل تركيب الصخور وتحديد خصائص المسام والحفريات والتغيرات في نسيج الأرض.

٧- **علم الإحصاء** : فتحليل البيانات الطوبولوجيّة يُعدّ أحد المجالات الرائدة فى البحث الإحصائى ، وتكمن أهمية تحليل البيانات الطوبولوجية فى تحديد البنية للبيانات على هيئة نماذج وأشكال مختلفة و التى قد تبدو مختلفة تمامًا عن بعضها تبعًا لكيفية نظرنا إليها ، وطبيعة الاختبارات التحليلة المُجراة، بالإضافة إلى تنوّع المتغيرات التي نقارنها مع متغيرات أخرى ضمن هيكلية البيانات، وأخيرًا فى التمثيل المرئي الذي نعتمده فى استعراض تلك البيانات.

[1] Sanjay Mishra, Mir Aaliya (2018) “Applications of Topology in Science and Technology” International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR), Volume5, Issue4, p101:104

٨- **الاقتصاد:** تستخدم الطوبولوجيا في تحليل الهياكل الاقتصادية للسوق ومنحنيات العرض والطلب ، وتساعد فى فهم العلاقات المعقدة بين المتغيرات الإقتصادية المختلفة.

٩- **التصميم الصناعى والرسوم الكرتونية** : حيث يتم استخدام الطوبولوجيا لدراسة الشكل وتحليل الرسوم الكرتونية وتطوير المنتجات الصناعية.

١٠- **علم الأحياء** : يتم استخدام الطوبولوجيا في تحليل الهياكل الجزيئية وتصنيف الأنواع الحية ، وتمثيل العلاقة بين النمط الظاهرى والنمط الجينى.

١١- **علم النفس** : تستخدم الطوبولوجيا في دراسة العلاقات الاجتماعية وتفاعل الناس في البيئات المختلفة.

رابعاً : الاستفادة من الطوبولوجيا فى مجالات التصميم:-

إستطاعت الطوبولوجيا أن تكون مصدر الهام للعديد من الفنانين والمصممين لإنتاج أعمال فنية وهندسية ومعمارية ، وأصبحت أحد الإتجاهات الحديثة للتصميم الرقمى التى أحدثت تأثيرات إبداعية وابتكارية فى العديد من مجالات التصميم وطورتها لتتوافق مع الأبعاد المستقبلية .

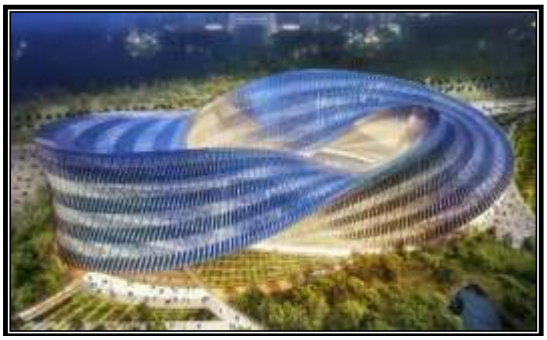
١ - العمارة :

قد أحدثت الطوبولوجيا طفرة هائلة أثرت في تغيير المفاهيم الفكرية والأسس النظرية فى العمارة والتصميم الداخلى نتيجة استخدام التقنيات الرقمية الحديثة ، مما أدى إلى تطوير الفكر التصميمى وايجاد وسائل تعبير جديدة وأفكار مبتكرة وفتح المجال لتصميم عالما جديدا من الأفكار والرؤى التى لا تنتهى.

وهناك العديد من المعماريين العالميين الذين أهتموا بهذا الفكر فى صياغة الهيئة البنائية للعمارة أو كما أطلق عليها بالعمارة الطوبولوجية لما تضيفه على البناء من حيوية وحركة ومعاصرة ، مثل **فرانك جهرى Frank O.Gehry ، زها حديد Zaha**

Hadid فان بيركل Ben van Berkel وكارولين بوس Caroline Bos وغيرهم.

وواحد من النماذج المعمارية التى تحقق بها الفكر الطوبولوجى "مركز الأداب والفنون المقترح لمسابقة تصميم المركز الثقافى ومتحف الفنون الجميلة والمكتبة العامة لمدينة تايتشونغ التايوانية" عام ٢٠١٣ ، وتبلغ مساحته ٦٢,٧٢٠ م٢ ، من تصميم المعمارى فنسنت كاليبوت "Vincent Callebaut " شكل (٦) والتصميم عبارة عن حلقة دائرية لا نهائية وسطح مزدوج ذو حلقة مزدوجة تغطي المبنى بأكمله وتلتف حول مسار بيضاوى يسمح بدمج الفضاء العام في وسط المبنى عن طريق إلتواء الهيكل .[١]



شكل (٦) مركز الأداب والفنون المقترح لمدينة تايتشونغ التايوانية[٢]

٢ – الفنون :

حاول الكثير من الفنانين الاستفادة من الطوبولوجيا وجسدو ذلك بطريقة تعبيرية رمزية فى أعمالهم الفنية والتى لاقت انجذاب كبير ، فنلاحظ أن هناك عدد كبير من فنانى

---

[1] - **Michele Emmer (2010):** "Topology Metaphor, Metamorphoe in Math, Design & Architecture, Biennale University, p25

[2]-https://www.thaqafnafsak.com/2013/11/%D8%B9%D8%B4-%D8%A7%D9%84%D8%B3%D9%86%D9%88%D9%86%D9%88-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B1%D9%83%D8%B2-%D8%A7%D9%84%D8%AB%D9%82%D8%A7%D9%81%D9%8A-%D8%A7%D9%84%D8%AC%D8%AF%D9%8A%D8%AF-%D9%81%D9%8A-%D8%AA.html

العصر الحديث أعتمدت أعمالهم الفنية على الفكر الطوبولوجى ، حيث أهتموا بتناول الفراغ وتحقيق البعد الثالث والبعد الرابع الإيهامى والحركة التقديرية والعمق الفراغى من خلال بنى شبكية متنوعة سواء كانت منتظمة أو غير منتظمة أو مرنة أو مربعة أو دائرية أو حلزونية ، فنتج عنها أعمال فنية تمثل التعدد الزمانى والمكانى ، وتنوعت الأعمال التى أعتمدت على الفكر الطوبولوجى ، ومن بين هؤلاء الفنانين: **الفنان الأمريكى تشارلز بيرى Charles O.Perry ، الفنان جوناثان برينس Jonathan Prince ، الفنان "موريتس كورنيليس إيشر" Maurits Cornelis Escher"**

أ- الفنان الأمريكى تشارلز بيرى Charles O.Perry :

هو نحات أمريكى عرف بانه رائد منحوتات البوب ارت او فن العامة على نطاق واسع ، ولد ونشأ في ولاية هيلينا بالولايات المتحدة الأمريكية فى ١٨ أكتوبر ١٩٢٩ م ، وتوفى فى٨ فبراير ٢٠١١ م بولاية نيويورك كونيتيكت بالولايات المتحدة .

تم تركيب عمله فنى بعنوان "Mgical Red Ribbon" فى شارع ويلشاير فى بيفرلى هيلز مقاطعة فى لوس أنجلوس ، كاليفورنيا ، الولايات المتحدة الأمريكية ، وهو عبارة عن شرائح معدنية مرنة مكررة لتكون صيغة تشكلية متحركة فى الفراغ كما فى الشكل (٨) ، حيث يتكون العمل الفنى من شريحة معدنية مرنة ثلاثية الأبعاد متشكلة في الفراغ ، حيث يظهر بها مناطق الالتواء والالتفاف مما تعطى المفردة الكثير من المرونة والحركة في الفراغ[1].

[1] - https://calisphere.org/item/1cb71ad8af4ca4e10cea8a84ac0389b6/

شكل(٧) يوضح المفردة المكون منها العمل

شكل(٨) يوضح عمل فنى بعنوان "Mgical Red Ribbon" للفنان تشارلز بيرى

شكل(٩) يوضح العمل الفنى من زاوية أخرى

ب – الفنان جوناثان برينس Jonathan Prince

أشتهر الفنان الأمريكى جوناثان برينس مواليد ١٩٥٢ ، بمنحوتاتة الفولاذية الضخمة التى أطلق عليها أسم "الفولاذ الممزق" ، إستطاع من خلال عمله الفنى تورس "Torus 340" عام٢٠١١ ، أن يجسد أحد الصور البصرية للأشكال الطوبولوحية وهى الطارة ، العمل النحتى مصنوع من الفولاذ المقاوم للصدأ المؤكسد ، وتبلغ أبعاد العمل ٤١١,٥×٣٦٥,٨×٢٤٣,٨سم ، تم عرضه فى حديقة النحت ، ٥٩٠ شارع ماديسون فى نيويورك.[١]

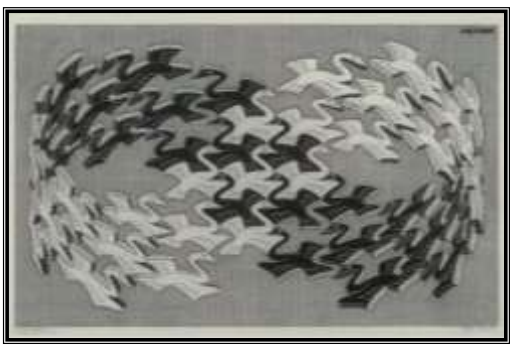
شكل (١٠) يوضح عمل نحتى بعنوان تورس "Torus 340" للفنان جوناثان برينس[٢]

[1].https://www.artnet.com/artists/jonathan-prince/torus-340-a-_c6YQt1UmQHnANWEmckoPg2
[2] https://www.morrisongallery.com/artists/65-jonathan-prince/works/

ج- الفنان الهولندى ايشر "Escher"

ولد الفنان فى ١٧يونيو١٨٩٨ وتوفى ٢٧ مارس ١٩٧٢ ، وهو رسام هولندى يعرف بلوحاته المستوحاة رياضياً ، مما جعله رائداً فى مجال محاولة تمثيل المفارقات الرياضية عن طريق الفن ، حيث تظهر فى العديد من لوحاته.

اتبع الفنان ايشر فى بعض أعماله المنهج الطوبولوجى فى البناء والتكوين فنتج عنه أعمالا ذات منطق شكلى ودلالات رياضية محسوبة أضافت على العمل بعدا جماليا ونوع مميز من الحركة المنظمة التى تجعل من الشكل كيان متكامل ومتناسب ومتزن ، حيث أمتلك الفنان فهماً فطرياً للرياضيات ، فالعوالم الرياضية التى بناها إيشر فى لوحاته كانت تعرض عدد كبير من المفاهيم الرياضية منها " التناظر – الأنعكاس – المالانهاية – الهندسة فى فضاءات غير إقليدية – الطوبولوجيا – التمديد المضلع – الاجتزاء البوليتوبى – الفسيفساء " مما دفع معاصريه من علماء الرياضيات الاستعانه بأعماله فى أبحاثهم ، ليس هذا فحسب ، بل هناك أبحاث رياضية بدأت بشكل مباشر من لوحاته[١] ، أمثلة من أعماله التى تحقق بها فكر الطوبولوجى شكل (٥ ، ٦) ، من خلال إستخدامه للأنماط الهندسية والبنية الدورانية المعقدة.



شكل(١١) أحد أعمال الفنان إيشر[٢]

شكل(١٢) أحد أعمال الفنان إيشر[٣]

---

[1] - **Allen Hatcher (2002)**: "Algebraic Topology" First Published, Cambridge University,USA p

[2] - - https://www.solutionforum.ch/blog/the-art-of-not-knowing.html

[3] - https://auralcrave.com/en/2017/10/29/la-gallery-of-prints-of-escher-the-painting-hat-just-the-computer-managed-to-finish/

النتائج:

١- يمكن للطوبولوجيا كعلم رياضى المقدرة على تطوير العملية الابداعية والجمالية فى التصميم ، حيث أتاحت رؤية جديدة فى تحليل الأعمال الفنية.

٢- إستطاعت الطوبولوجيا أن تضيف أبعادا جمالية لرؤية الأعمال الفنية من خلال إكتشاف قيم جمالية لم تكن مطروقة من قبل.

٣- الطوبولوجيا هى العلم الذى يهتم بدراسة الخصائص النوعية للأشكال الهندسية.

التوصيات:

١- الاستفادة من العلاقة الوثيقة بين العلم والفن ، ونشر ثقافة الفكر الرياضى كأداة أساسية لثقافتنا.

٢- ضرورة إجراء المزيد من الدرسات والبحوث التى تدور حول علاقة الرياضيات بالفنون والتصميم .

٣- الإعتماد على النظريات الرياضية الحديثة ، والفروع المختلفة لعلم الرياضيات فى بناء الاعمال الفنية والتصميمية.

المراجع

أولاً :المراجع العربية:

١. رولف أيسر (١٩٨٦): "بين الفن والعلم " ترجمة سلمان داود الواسطى ، دار المأمون للترجمة والنشر .

٢. محى الدين طرابية (١٩٧٧) : " القيم الخطية فى رسم القرن العشرين تصويره وإمكانية الإفادة منها فى إعداد معلم التربية الفنية" ، رسالة ماجستير ، كلية التربية الفنية ، جامعة حلوان .

٣. ممدوح أحمد فرج عبد الخير (٢٠٠٨) : "النسب فى العمارة ملامح التحول من تاثيرات الفكر الإنسانى الحاكم إلى تطبيقات الحاسب الألى " رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الهندسة ،قسم الهندسة المعمارية ، جامعة القاهرة .

٤. هدى ابراهيم على متولى النادى (٢٠١٥): النظم الرياضية فى النحت المعاصر كمدخل لتدريس التشكيل المجسم ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة حلوان ، كلية التربية الفنية ، قسم التعبير المجسم.

ثانياً : المراجع الأجنبية:

1. **Allen Hatcher (2002**): "Algebraic Topology" First Published, Cambridge University,USA

2. **Sanjay Mishra, Mir Aaliya (2018)** "Applications of Topology in Science and Technology" International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR), Volume5, Issue4, p101:104

3. **KD joshi (1983**) " Introduction to General Topology" Firest Edition, New Age, International (p) LTD,Puplishers,

4. **Michele Emmer (2010):** "Topology Metaphor, Metamorphoe in Math, Design & Architecture, Biennale University

5. Tom Babinec, Chris Best, Michael Bliss, Nikolai Brendler, Eric Fu, Adriane Fung, Tyler Klein, Alex Larson, Topcue Lee, John Madonna, Joel Mousseau, Nick Posavetz, Matt osenberg, Danielle Rogers, Andrew Sardone, Justin Shaler, Smrithi Srinivasan, Pete Troyan, Jackson Yim, Elizabeth Uible, Derek Van Farowe, Paige Warmker,Zheng Wu, Nina Zhang, "Introduction to Topology" Renzo's Math 490, Winter 2007

المواقع الالكترونية:

1. https://www.wikiart.org/en/m-c-escher/knots-colour
2. https://www.thaqafnafsak.com/2013/11/%D8%B9%D8%B4-%D8%A7%D9%84%D8%B3%D9%86%D9%88%D9%86%D9%88-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B1%D9%83%D8%B2-%D8%A7%D9%84%D8%AB%D9%82%D8%A7%D9%81%D9%8A-%D8%A7%D9%84%D8%AC%D8%AF%D9%8A%D8%AF-%D9%81%D9%8A-%D8%AA.html
3. https://calisphere.org/item/1cb71ad8af4ca4e10cea8a84ac0389b6/ https://www.artnet.com/artists/jonathan-prince/torus-340-a-_c6YQt1UmQHnANWEmckoPg2
4. https://www.solutionforum.ch/blog/the-art-of-not-knowing.html
5. https://auralcrave.com/en/2017/10/29/la-gallery-of-prints-of-escher-the-painting-that-just-the-computer-managed-to-finish/
6. https://www.reddit.com/r/thomastheplankengine/comments/1i2p8w6/had_this_dream_a_while_ago/?rdt=56390
7. https://www.researchgate.net/figure/Figure-no1-In-E-the-Moebius-Band-is-constructed-by-joining-the-top-and-bottom-sides-of_fig2_258788236
8. https://www.morrisongallery.com/artists/65-jonathan-prince/works/