الابتكار في تصميم المنتجات الصناعية من خلال استخدام شريط موبيوس

Innovation in Industrial Product Design Through the Use of Mobius Strip

أ.م.د.أحمد كمال على
أستاذ مساعد بقسم تصميم المنتجات -كلية الفنون التطبيقية -جامعة ٦ أكتوبر
Assist.Prof.Dr.Ahmed Kamal Ali
Associate Professor of Department of Product Design - Faculty of Applied Arts - 6 October University
draka1974@gmail.com
م.د.تامر يوسف
مدرس قسم تصميم المنتجات، كلية الفنون التطبيقية، جامعة ٦أكتوبر، الجيزة، مصر
Lect. Tamer Yousif
Lecturer of Product Design Department, Faculty of Applied Arts, 6 October University, Giza, Egypt
tameryousif10@yahoo.com
الباحثة.نهى نبيل مخلوف
طالب ماجستير قسم تصميم المنتجات، كلية الفنون التطبيقية، جامعة ٦ أكتوبر ، الجيزة، مصر
Researcher. Noha Nabil Makhlouf
Researcher of Product Design Department,, Faculty of Applied Arts, 6 October University, Giza, Egypt
nohanabil.art@o6u.edu.eg

الملخص

مع التقدم التكنولوجي المستمر أصبح الابتكار عامل أساسي في تطوير المنتجات بما يخدم المستخدم ويجذب انتباهه، مما يتطلب على مصمم المنتجات التفكير في إيجاد حلول شكلية سريعة وجديدة تعتمد على الابتكار، فالشيء المبتكر يكون دائماً جديداً ومتفرداً. ويعد شريط موبيوس من الأشكال الهندسية المعروفة ومن الأسطح الغير قابله للتوجيه ذات حد واحد وسطح واحد والتي يتم استخدامها في تصميم المنتجات الصناعية، حيث يُسهل شريط موبيوس التوصل إلى تصميم مبتكر للمنتجات الصناعية، بما يتيح للمصمم استكشاف وتطبيق مفاهيم فريدة تتحدى النماذج التقليدية وتفتح مجالاً جديداً للابتكار.

يهدف البحث إلى تسليط الضوء على كيفية الاستفادة من مفهوم شريط موبيوس في مجال تصميم المنتجات بنحو مبتكر يحقق قبول المستخدم والتنافسية، وتصميم منتجات ذات تصميم جديد ومبتكر. يدرس البحث ماهية الابتكار، ومعرفة خصائص شريط موبيوس، والأشكال المختلفة للأسطح الغير قابله للتوجيه، وتطبيقات شريط موبيوس (الأسطح الغير قابله للتوجيه) فى تصميم المنتجات الصناعية. تم عمل ورش تجريبية مع الطلاب أثمرت عن تصميمات جديدة ومبتكرة وأكد الطلاب على أثر مساهمة شريط موبيوس في استنباط حلول تصميمية مبتكرة تتجاوز النماذج التقليدية، مما يعزز الابتكار في تصميم المنتجات الصناعية.

الكلمات المفتاحية

الابتكار – شريط موبيوس – تصميم المنتج

Abstract

As the technology progress, innovation has become a key factor in developing products that serves the user and attracts his attention The product designer has to about finding quick and new form solutions based on innovation, since the innovate product is always new and unique.

The Mobius strip is one of the well-known geometric shapes and belong to non-orientable surface that has one edge and one surface which is used in the design of industrial products.

The research aims to highlight how to benefit from the concept of the Mobius strip in the field of product design in an innovative way that achieves user acceptance and competitiveness and in the design of new innovative design products, The Mobius strip facilitates the creation of innovative designs of industrial products, allowing the designer to explore and apply unique concepts that challenge traditional models and open up a new field for innovation.

The research studies innovation, the characteristics of the Mobius strip, the various shapes of non-orientable surfaces, and the applications of the Mobius strip (non-orientable surfaces) in the design of industrial products.

Experimental workshops were held with students, which resulting in new and innovative designs, and the students assured the impact of the Mobius strip's contribution to deriving innovative design solutions, which enhances innovation in the design of industrial products.

Keywords

Innovation – Mobius Strip – Product Design

المقدمة

مع التقدم التكنولوجي والابتكار السريع، أصبح ضرورياً ان يواكب تصميم المنتج الصناعي هذا التغيير المستمر لتلبيه احتياجات المستهلك وجذب انتباه واهتمامه. وذلك من خلال حلول تصميمية جديدة وفعالة تسهم في تنافسية المنتجات المطروحة في الاسواق من خلال تنمية وتعزيز الابتكار في التصميم. تستخدم الاشكال الهندسية في تصميم المنتجات الصناعية بأشكالها المختلفة في تصميم المنتجات، ومن ضمن الاشكال الهندسية شريط موبيوس الذي تم استخدامه في العديد من المجالات من بينها الفن والهندسة المعمارية والتصميم وغيرها من المجالات الأخرى، وهو شريط ينتمي الى الاسطح الغير قابله للتوجيه ذو خصائص فريدة ومتميزة. فعلى سبيل المثال تم اختيار شريط موبيوس للاستلهام لمعرض تجاري فى مشروع تطبيقي لكلية الهندسة الجامعة التقنية – دارمشتات- المانيا وذلك لما له من خصائص مميزة. كما تم دراسة دمج شريط موبيوس فى تصميم قطع المنتجات المختلفة مثل المسامير والمراوح، مما نتج عنه زيادة كفاءة تلك المنتجات بعد دمج شريط موبيوس فى التصميم. تكمن دراسة البحث في الاستعانة والاستفادة من شريط موبيوس في تعزيز الابتكار وتسريع عملية تصميم المنتج الصناعي بما يلبي الوظيفة المرجوة من المنتج بالإضافة الى تعزيز الشكل الجمالي له.

مشكلة البحث

تدور مشكلة البحث حول القصور المعرفي لدى المصمم الصناعي بخصائص شريط موبيوس (الاسطح الغير قابله للتوجيه)

– الاحتياج لزيادة التوعية بشريط موبويس لمصممي ودارسي تصميم المنتجات الصناعية.

– توظيف شريط موبيوس لتعزيز جوانب تصميم المنتج الصناعي (الجانب الوظيفي، الإستخدامي، الجمالي)

هدف البحث

– القاء الضوء على استخدام شريط موبيوس في تصميم المنتجات الصناعية، وكيفية الاستفادة منها فى تصميم المنتجات الصناعية

– تعزيز الابداع والابتكار لدى مصمم المنتجات ودارسي تصميم المنتجات.

فرض البحث

يفترض البحث ان الاستفادة من خصائص شريط موبيوس فى تصميم المنتجات الصناعية يولد العديد من التصميمات المبتكرة والجديدة.

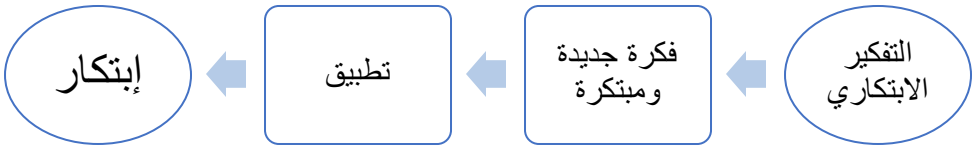
منهج البحث

يتبع البحث منهج الاستقرائى التجريبي.

أولا: الابتكار

1. **مفهوم وتعريف الابتكار**

الابتكار هو توليد أفكار جديدة ونافعة لم تكن موجودة من قبل ومن ثم تطبيقها في تصميمات منتجات جديدة، المصمم المبتكر هو من يبدع وينتج افكار جديدة ويحولها الى منتجات لم تكن موجودة من قبل. أي ان الابتكارات والآلات والأدوات هي في الأصل أفكار، انشأها العقل البشري (المصمم الصناعي) ولم تكن موجودة من قبل بشكلها الحالي؛ اي باختصار ان الابتكار عملية تحويل الفكرة الى منتج أو عملية أو خدمة جديدة. (العامرى & فرج, ٢٠١٩ ; خيري, ٢٠١٢)يعرف (Zhuang,1995:14) الابتكار على أنه عملية عقلية ديناميكية تتطلب وجود التفكير الابتكاري كمدخل أساسي لتطوير أفكار جديدة أو ابتكار استخدامات جديدة للمنتجات الحالية، مع التأكيد على أن التجديد يجب أن يكون أفضل من السابق. يمكن وصف ديناميكية الابتكار كدورة تدور حول الابتكار والتغيير، حيث لا تكون هذه الدورة خطية. (رفاعي, ٢٠١٢)



شكل (١) يوضح: مخطط عن الإبتكار

يعرف الابتكار في مجال تصميم المنتجات بأنه المنتج الذي له أثر في تعزيز القدرة التنافسية للمؤسسة وانشاء صورة جديدة لها تلبي احتياجات ورغبات المستهلكين. ويشمل الابتكار على إحداث تغييرات تطويرية للمنتجات و الخدمات الموجودة، من خلال التعديلات والتبديلات الصغيرة للتصميم الاساسي.(زاوية & بوخاري, ٢٠١٧ ; هاشم, ٢٠١٤)

وقد اكدت الباحثة تهاني العادلي على ضرورة وأهمية مراعاه نقاط معينه عند تصميم منتج مبتكر وهى:(العادلي, ١٩٩٣)

– يجب ان يحقق الشكل المبتكر للمنتج الوظيفة التي انتج من اجلها.
– يجب مراعاة متطلبات شكل المنتج اثناء عملية الابتكار حيت انها لا تعوق العملية الابتكارية.
– عند تكامل وتَحَقُّق الترابط بين الشكل المبتكر ومتطلبات الاستخدامية من المنتج يكون متكامل جمالياً ووظيفياً.

2. أنواع الابتكار

١/٢ منتجات الابتكار الجذري) : (عبد الوهاب & عبد الباقي,٢٠١٢)

هى منتجات تم ابتكارها ولم تكن موجوه من قبل، بحيث تفتح سوق جديد تماما ويمكن ان تغير من سلوك المستهلكين.

٢/٢ المنتج المطور: (خشبة, ٢٠٢٢)

تم تعديل هذا المنتج بشكل جذري ليتناسب بشكل كبير مع احتياجات المستهلك أو لتحسين أدائه، مما أدى إلى تغييره تماماً عن شكله السابق.

٢/ ٣ منتجات الابتكار التدريجي (التحسيني)) : (عبد الوهاب & عبد الباقي, ٢٠١٢)

هي المنتجات التي تم تعديلها وتطويرها عن المنتجات الحالية، وذلك لعدة اسباب منها تقليل التكلفة أو لزيادة القيمة المضافة أو لمواكبة المنافسة فى السوق.

٤/٢ المنتجات المقلدة) : (عبد الوهاب & عبد الباقي, ٢٠١٢)

هى المنتجات الجديدة بالنسبة للشركة لكنها غير جديدة بالنسبة للسوق، ويري البعض انها منتجات غير ابتكارية وتعتبر تقليد استنساخي.

3. مراحل الابتكار

يتضح مما سبق ان التفكير الابتكاري هو اساس الابتكار والمنتج المبتكر، وبناءاً على ذلك فيجب الاهتمام بما يتم اثناء التفكير الابتكاري لمردوده المباشر على الابتكار ذاته. وتعتبر مراحل ابتكار المنتج محل خلاف بين الباحثين، الا انه يكمنا القول انها تتكون من: (Sadowski & Connolly, 2009; عبدالعل & عبدالسلام, ٢٠١٢)

١/٣ مرحلة تحديد المشكلة:

تبدأ عملية ابتكار وتصميم المنتج بتحديد المشكلة من خلال الاستفادة من مصادر مختلفة للمعلومات، والتي تشمل:

- أبحاث السوقMarket Research
- البحوث و التطويرR&D

٢/٣ مرحلة البحث أو جمع المعلومات

هي مرحلة جمع أكبر قدر من المعلومات حول المشكلة لمعرفة جوانبها المختلفة.

٣/٣ مرحلة الحضانة

هي المرحلة التي يضع فيها المصمم المشكلة جانباً ويمارس أنشطة أخرى ويذكر نفسه بالمشكلة من حين لأخر، وهذه المرحلة تسمح للعقل بمعالجة المعلومات والبيانات التي تم جمعها دون وعي واستكشاف أوجه نظر مختلفة وجديدة.

٤/٣مرحلة التنوير

هي مرحلة الوصول الى الحل فجأة، ويظن البعض ان الحل ظهر دون عناء او مجهود في هذه المراحلة، ولكن في حقيقة الأمر أنها نتاج لجميع المراحل السابقة.

٥/٣مرحلة اختيار مفهوم المنتج:

يتم في هذه المرحلة تحويل الحل وفكرة المنتج الى مفهوم concept وخصائص ومواصفات بديله وذلك من خلال ثلاث

عناصر اساسية تعمل كمدخلات لمفهوم المنتج وهم:

- الشكل: وهو شكل المنتج
- التكنولوجيا
- الاحتياج: وهى اشباع حاجات المستهلكين.

٦/٣مرحلة تطوير النماذج الأولية للمنتج

يتم في هذه المرحلة عمل نماذج تحاكى المنتج النهائي من خامات بديلة مثل الورق، الطين، الفوم.... الخ. وهناك ثلاث أنواع من النماذج الأولية وهى:

- **نماذج بنائية:** هي النماذج التي يتم فيها إظهار شكل وحجم المنتج بدون الوظيفة.
- **نماذج وظيفية:** يتم فيها اختبارات فنية على المنتح للتأكد من أداء المنتج للجانب الوظيفي والاستخدامي بكفاءة ومعرفة نقاط الضعف والمعوقات.
- **نماذج بنائية وظيفية:** هي النماذج التي تشمل شكل وحجم ووظيفة المنتج، يتم تصنيعها بخامات حقيقية ويتم استخدام هذا النماذج في اجراء الاختبارات التسويقية.

٧/٣مرحلة اختبار المنتج

يتم اختبار العينة الأولى من المنتج قبل انتاج المنتج وتقديمه للسوق، يتم اجراء نوعيين من الاختبارات هما:

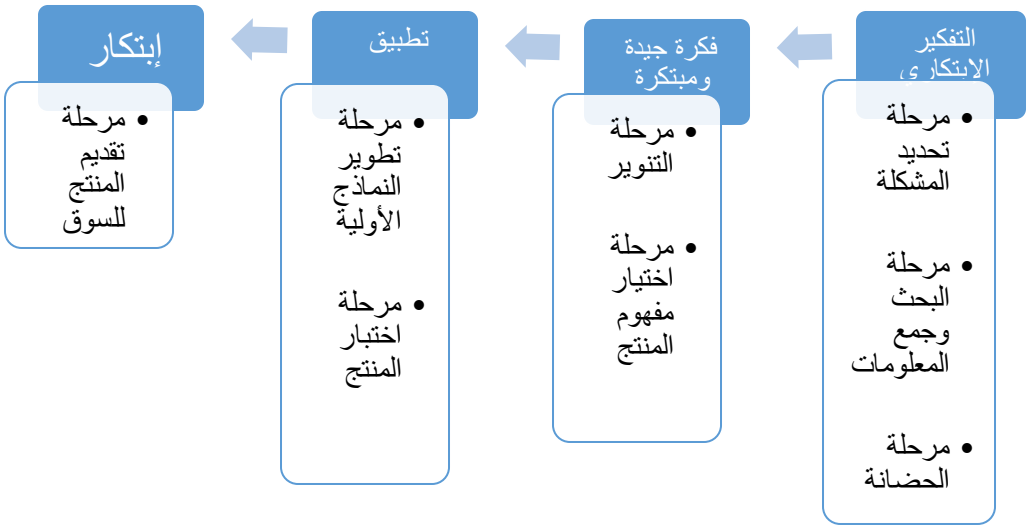
-**الاختبارات فنية**: يهدف الاختبار الى مطابقة المنتج المقدم مع التصميم الذي قد تم تحديده مسبقاً.

-**الاختبارات التسويقية:** يتم فيها معرفة آراء المستهلكين والمشترين في المنتج وتحديد الإيجابيات والسلبيات.

٨/٣مرحلة تقديم المنتج للسوق

يتم في هذه المرحلة طرح المنتج في السوق ومتابعة وتحليل ردود فعل المستهلكين والمنافسين وذلك لإجراء أي تعديل على المنتج.

ومما سبق يتضح ان جميع مراحل ابتكار المنتج تندرج من مخطط السابق للابتكار ويوضحه المخطط التالي:



شكل (٢) يوضح: مخطط لمراحل ابتكار المنتج الصناعي

4. خصائص الابتكار

مما سبق يتضح ان الابتكار هو نتيجة للتفكير الابتكاري الذي بالأساس هو بالأساس عملية عقلية تتصف بالاتي: **(Suparji et al., 2018; حمدان, ٢٠١٢; خيري, ٢٠١٢)**

١/٤ الطلاقة

هى القدرة على انتاج أكبر قدر من الافكار والمقترحات حول موضوع معين بسرعة وفي زمن محدد، ولها عدة أنواع منها:

- **طلاقة الافكار:** هي القدرة على انتاج اكبر قدر من الافكار المختلفة في زمن معين.
- **طلاقة التداعي:** هي القدرة على استدعاء عدد كبير من الكلمات ذات معانى واضحة.
- **طلاقة الالفاظ:** هى سرعة اعطاء كلمات ووضعها في نسق جيد مع مراعاة الخصائص المشتركة لها.
- **طلاقة الاشكال:** هى وضع اضافات الى الأشكال لتكوين رسوم حقيقة
-

٢/٤ المرونة

هى القدرة على تغيير الحالة الذهنية حسب مثيرات المواقف وتعديل زوايا التفكير وبالتالي انتاج وطرح عدد من الافكار المتنوعة وللمرونة مظهران هما:

- **المرونة التلقائية:** تقديم مجموعة من الأفكار المتعددة المتعلقة بموضوع محدد.

- **المرونة التكيفية :** الوصول إلى حلاً لمشكلة أو موقف يعتمد على التغذية الراجعة التي تأتي من ذلك الموقف.

٤/٣الأصالة

هو القدرة على إنتاج أفكار جديدة ومبتكرة أو غير تقليدية

٤/٤ الحساسية للمشكلات:

قدرة الفرد على اكتشاف العيوب والسلبيات في الأشياء والعادات والنظم، ورؤية المشكلات التي قد تكون موجودة فيها.

٤/٥ التفاصيل

هي القدرة على تعزيز الأفكار المعطاة وجعلها أكثر تفصيلاً. وذلك لإضافة معلومات جديدة تساهم في تطوير فكرة معينة.

ثانيا: شريط موبيوس Mobius Strip

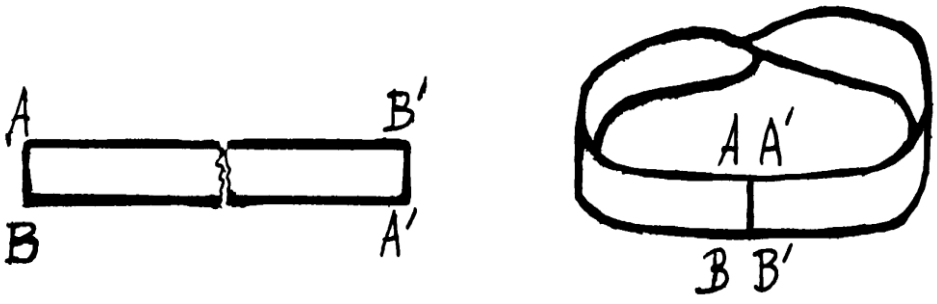
منذ عصر النهضة اهتم عدد من الفنانين بالعلاقات بين الرياضيات والعلوم الأخرى، ومثال على ذلك استخدام شريط موبيوس في العديد من المجالات المختلفة بما في ذلك الفن والهندسة والعلوم وغيرها من المجالات الأخرى، وكان ذلك سواء على شكله الحقيقي أو على سبيل الاستعارة.

تم تسمية هذا الشريط الفريد على اسم أوغست فرديناند موبيوس، عالم رياضيات وفلك ألماني الذى اكتشفه أثناء دراسة متعددات الوجوه في سبتمبر ١٨٥٨. ومع ذلك، يكشف التاريخ أن المكتشف الحقيقي لهذا السطح هو يوهان بنديكت ليستينج الذي صادفه في يوليو ١٨٥٨.**(Emmer, 1980; Thulaseedas & Krawczyk, 2003)**

١- ما هو شريط موبيوس وكيفيه تشكيله

شريط موبيوس بشكله المبسط عبارة عن شريط مستطيل من البلاستيك أو الورق، ولف أحد طرفيه بزاوية ١٨٠ درجة، ثم ربط الأطراف.

اذ اخذنا شريط A B A' B' وتم لف الشريط و لصق نقطة Aبنقطة A' ونقطة B بنقطة B'، نحصل على شريط ذو سطح واحد و احادى الجانب، كما فى شكل رقم(٣).**(Emmer, 1980; Starostin & van der Heijden, 2007)**



شكل (٣) يوضح: طريقة عمل شريط موبيوس

ويتحقق شريط موبيوس عند لف او التواء الشريط باي عدد فردى من الالتواءات اي بزاوية ١٨٠ ° او ٩٠ ° او ٤٥ ° الخ

٢- خصائص شريط موبيوس

يتميز شريط موبيوس بثلاث خصائص وهى:

١/٢سطح غير قابل للتوجيه

يعتبر شريط موبيوس من الاسطح الغير قابله للتوجيه، أى لا يمكن تحديد جانب "أعلى" و"أسفل" له، على عكس الأسطح القابله للتوجيه(Feller & Golla, 2020).

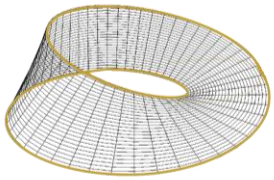
٢/٢سطح واحد

ينتج من التواء شريط موبيوس سطح واحد، بمعنى اذا زحفت حشرة ما حوله ستجد نفسها على الجانب الآخر(Zeeman, 1966)

٣/٢أحادى الجانب

اي انه يتكون من خط/ منحنى واحد مماثل للدائرة، مع بعض التشوه البسيط مكوناً لنا خط واحد متصل من البداية الى النهاية.

كما في شكل (٤)



شكل (٤) يوضح: شريطموبيوس احادى الجانب

٣- أشكال شريط موبيوس

يعد شريط موبيوس اساس وبداية العديد من الاشكال المختلفة، وهذه الاشكال هى:

١/٣شريط موبيوس بعدد فردي من الالتواءات

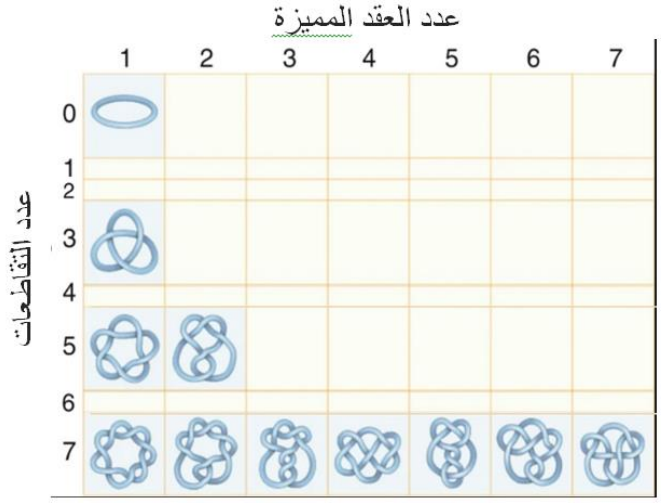
من خصائص شريط موبيوس (المكون من عدد واحد من الالتواءات) انه اذا تم قطع الشريط من منتصف طوله المركزي فإنه لن يقطع بل يتحول الى شريط له سطحين/ وجهين ويكون الشكل اكثر تعقيداً (Séquin, 2005)

عند قطع شريط موبيوس بمقدار ثلث عرض الشريط، يتم الحصول على شريطين متصلين: أحدهما ضعف طول شريط موبيوس الأصلي وله ثلاث التواءات ، والآخر شريط موبيوس له التواء واحد ونفس طول شريط موبيوس الأصلي.(Arutyunova, 2019)

شكل (٥) يوضح نتيجة قطع شريطموبيوس بثلث عرض الشريط(Aru tyunova, 2019)

٢/٣ العقد

- إن العقد عبارة عن منحنيات مغلقة مدمجة في فضاء ثلاثي الأبعاد. وعادة ما يتم تصنيفها حسب الحد الأدنى لعدد التقاطع الذي يظهر عند إسقاطها على مستوى. تتكون العقد من شريط موبيوس كما يشير عالم الرياضيات لويس كوفمان أنه إذا قمت بقطع شريط موبيوس مكون من عدد فردي من الالتواءات (بداية من ثلاثة التواءات) إلى نصفين، وتشكل حوافه و توزيعها في الفضاء ستظهر لنا تلك العقد (Séquin, 2010; Torday, 2021)
- تتكون العقد ذات ثلاث تقاطعات من شريط موبيوس ذى ثلاث التواءات، و العقد ذات خمس تقاطعات من شريط موبيوس ذو خمس التواء و هكذا.
- يوجد في التقاطعات الفردية الاكثر من ثلاث تقاطعات اكثر من نوع من تلك العقد شكل(٦)، بحيث انهم اشكال مختلفة لا يمكن تحويل واحد منهم الى الاخر، ولكنهم متفقين في عدد التقاطعات.



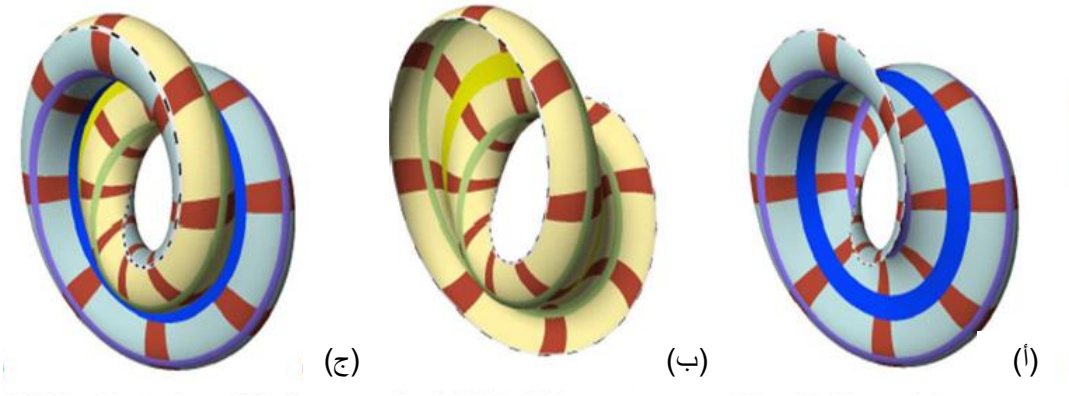
شكل (٦) يوضح التقاطعات المختلفة المستنتجة من شريطموبيوس بانواعها المختلفة (Li, 2020)

٣/ ٣ زجاجة كلاين

توصف زجاجة كلاين بأنها سطح غير قابل للتوجيه، مما يعني أنها لا تحتوي على "داخل" أو "خارج" مميز. وهذه الخاصية أساسية في تعريفها وخصائصها، يمكن تصنيع جميع أنواع زجاجات كلاين من خلال دمج شريطين من موبيوس معًا، ويلعب التواءهما دورًا مهمًا في تحديد نوع زجاجة كلاين المعينة. حيث هناك أربعة أنواع من زجاجات كلاين المميزة التي لا يمكن تحويلها بسلاسة إلى بعضها البعض وهم:(Rapoport, 2013; Séquin, 2012)

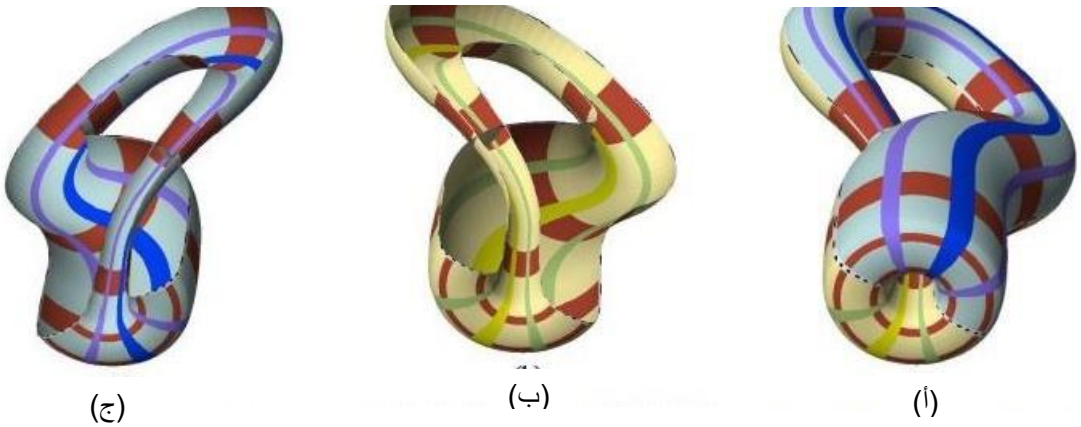
- K8R-O: تتكون هذه الفئة من نطاقي موبيوس ملتويين إلى اليمين (MR + MR).شكل (٧)
- K8L-O يتم تمثيل هذه الفئة بنطاقي موبيوس ملتويين إلى اليسار (ML + ML). شكل (٨)
- KOJ: تتكون هذه الفئة من نطاق موبيوس ملتوي إلى اليسار وآخر ملتوي إلى اليمين (ML + MR) مما يجعلها هجينة.

الفئة الأولى والثانية (K8L-O وK8R-O) غير متناظر، مما يعني أنه لا يمكن تحويلهما إلى بعضهما البعض من خلال تحويلات التماثل المنتظم، بينما KOJ شكل (٩) فهي هجينة مما يشير إلى أنه يمكن تحويلها إلى صورة مرآتها. هذه الفئات مختلفة هيكليًا ولا تعتمد على أي علامات على السطح



شكل(٧) يوضح شريطان موبيوس يمينيان MR في (أ، ب). يشكلان زجاجة كلاين يمينية من النوع K8R-O (ج).

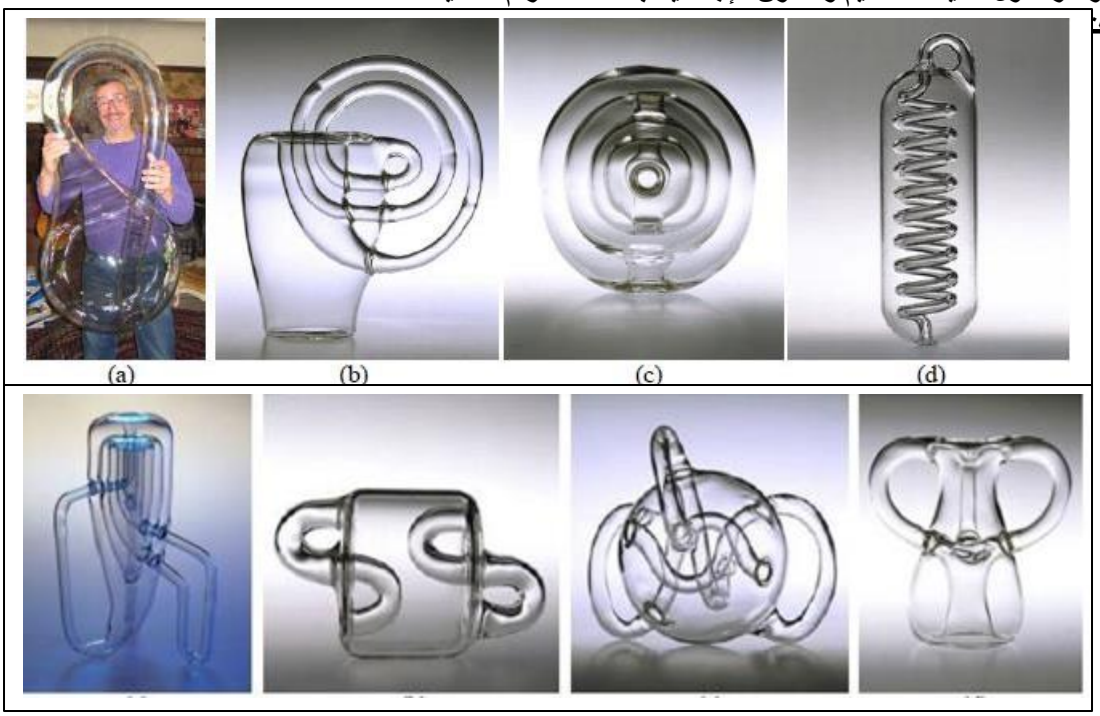
شكل (٨) يوضح شريطا موبيوس الأيسران ML (أ، ب) يشكلان زجاجة كلاين اليسرى من نوع K8L-O (ج).



شـكل (٩) يوضـح زجاجة كلاين العادية: (أ) زجاجة كلاين KOJ الكاملة؛ (ب) النصـف السـفلي منها عبارة عن شـريط موبيوس الأيمن (MR)؛ (ج) شريط موبيوس العلوي الأيسر (ML) يظهر مقلوبًا.

١/٣/٣ انواع ومشتقات من زجاجة كلاين

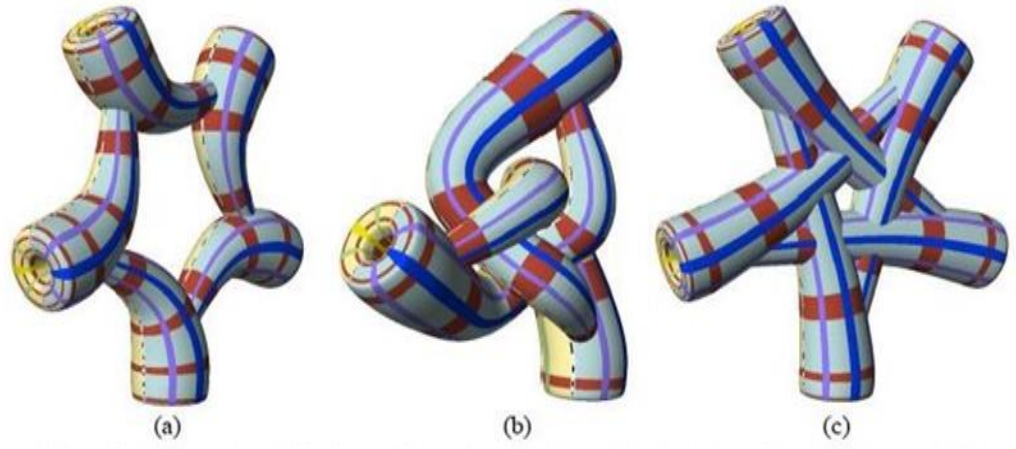
قام آلان بينيت بعمل نماذج زجاجية أكثر تفصيلاً لمتحف العلوم في ساوث كنسينجتون بالمملكة المتحدة شكل(١٠)، كانت تلك النماذج مستوحاه من زجاجة كلاين وخصائصها. (Séquin, 2012)



شكل (١٠):يوضح انواع ومشتقات من زجاجة كلاين

٢/٣/٣ عقد كلاين

وهى اشكال معقودة من زجاجات كلاين وتعتبر إحدى الطرق البسيطة لتعزيز التعقيد البصري لزجاجة كلاين هي وضع أكثر من زجاجة بعدد فردي في سلسلة (Séquin, 2012)



شكل (١١) يوضح بعض نماذج من عقد كلاين

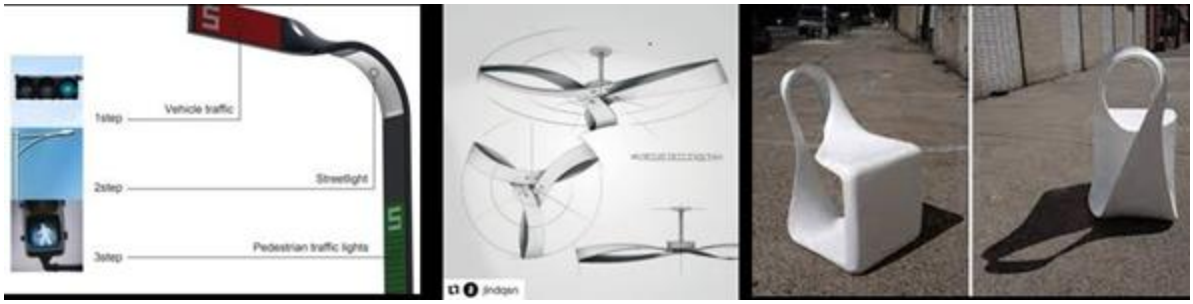
٤- تطبيقات شريط موبيوس

١/٤نماذج لبعض المنتجات المبتكرة من حيث جوانب التصميم

١/١/٤الجانب الوظيفي

يعزز شريط موبيوس من المنتجات الصناعية بأشكاله المختلفة، ففي الشكل رقم (١٢) تم تصميم كرسي باستخدام شريط موبيوس واستخدام المصمم الالتواء في جزئية مسند الظهر لراحة الاستخدام بالإضافة الى تعزيز الشكل الجمالي له.فى الشكل رقم (١٣) تم تصميم مروحة باستخدام العقد الثلاثية وذلك لزيادة دفع الهواء مما يعزز الوظيفة الاساسية للمنتج.

الشكل رقم (١٤) تم الاستفادة من خاصية عدم التوجيه فى اشارة المرور بما يلائم عبور المشاة و السيارات لانهم في اتجاهين مختلفين بالإضافة الى انارة الطريق.



شكل (١٢) تصميم كرسى من شريط موبيوس شكل (١٣) تصميم مروحة من شريط موبيوس شكل (١٤) تصميم اشارة مرور من شريط موبيوس

٢/١/٤الجانب الجمالي

استفادة المصمم في تصميم الحلى شكل رقم (١٥،١٦) من خاصية السطح الواحد، وعزز المصمم التصميم بإضافة كرة لكى يتخيل الفرد شكل الكرة وهى تتحرك على السطح وترجع الى البداية مرة الاخرى.

شكل (١٥) يوضح تصميم خاتم على شكل شريطموبيوس

شكل(١٦) يوضح تصميم قلادة على شكل شريطموبيوس

٣/١/٤الجانب الاستخدامي

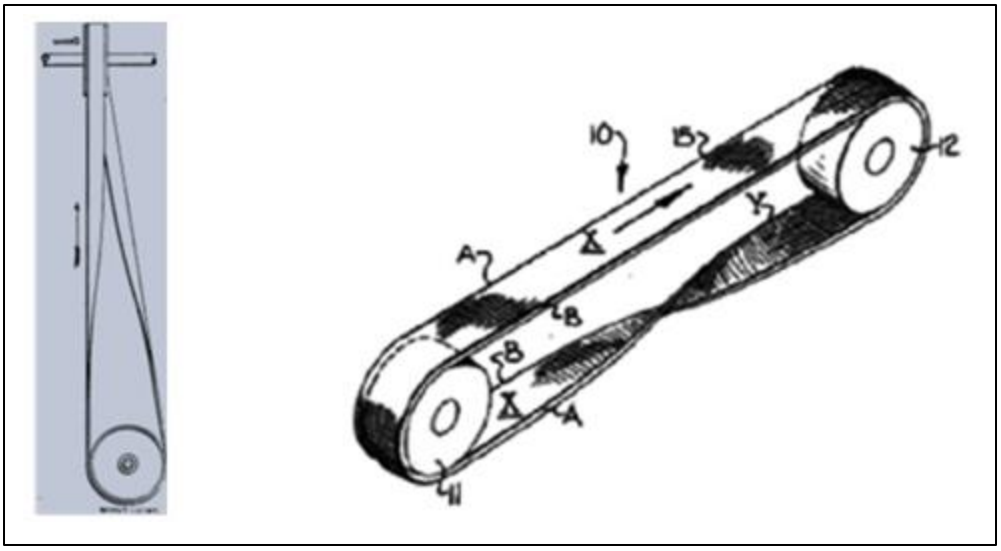
استخدم المصمم ميزة الالتواء لدى شريط موبيوس في تركيب ودمج عيدان الطعام مما يسهل عملية تخزينها شكل(١٧).في الشكل رقم (١٨) استخدم المصمم شريط موبيوس مكون من ٣ التواءات في تصميم فتاحة الزجاجة واضاف ميزة فتح اكتر من زجاجة في المرة من خلال الاستعانة بالتواءات الشريط

شكل(١٧) يوضح تصميم عيدان تناول الطعام

شكل(١٨) يوضح تصميم فتاحة الزجاجة

٢/٤ فى الماكينات

يتم استخدام شريط موبيوس لأحزمة البكر وتوصيل الآلات ليتم تآكل كلا الجانبين لنفس السطح بشكل متساوي. (Starostin & van der Heijden, 2007)



شكل(١٩) يوضح تصميم احزمة البكر من شريط موبيوس

٣/٤ التصميم المعماري

تم تصميم جسر بيل كوتس في حديقة هيرمان في هيوستن، تكساس بالاستلهام من شريط موبيوس.

شكل(٢٠) يوضح تصميم جسر بيل كوتس من شريط موبيوس

ثالثاً: ورش العمل التجريبية مع طلاب تخصص تصميم المنتجات

تم عمل ورش تجريبية مع عدد١٤ طالب من طلاب الفرقة الثالثة قسم تصميم المنتجات جامعة ٦ أكتوبر فى العام الأكاديمي ٢٠٢٣/٢٠٢٢ لاستكشاف امكانية الاستفادة من خصائص شريط موبيوس في المساهمة في ابتكار المنتجات الصناعية، وقد تطرق الطلاب لمراحل الابتكار المختلفة ،وكان الهدف من ورش العمل هو:

- تعريف الطلاب بشريط موبيوس و خصائصه المختلفة.
- تشجيع التفكير الابتكاري من خلال تطبيق شريط موبيوس فى تصميم المنتجات الصناعية.
- دراسة مدى اثر شريط موبيوس على عملية تصميم المنتج الصناعي و الابتكار.

مر الطلاب ببعض مراحل الابتكار المختلفة على الوجه التالي:

- مرحلة تحديد المشكلة: تم فيها تحديد اتجاه ونوع المنتجات المختلفة فى كل ورشة.
- مرحلة جمع المعلومات: قام الطلاب بجمع المعلومات في الورشة الأولى التي تضمنت شرح عن شريط موبيوس.
- مرحلة الحضانة: وهى مرحلة اختمار المعلومات والافكار وكان يمر الطلاب بها فى كل ورشة عمل.
- مراحلة التنوير: وهى الوصول بعد التجربة الى شكل مميز ومبتكر يحقق الجانب الوظيفي والجمالى للمنتج.

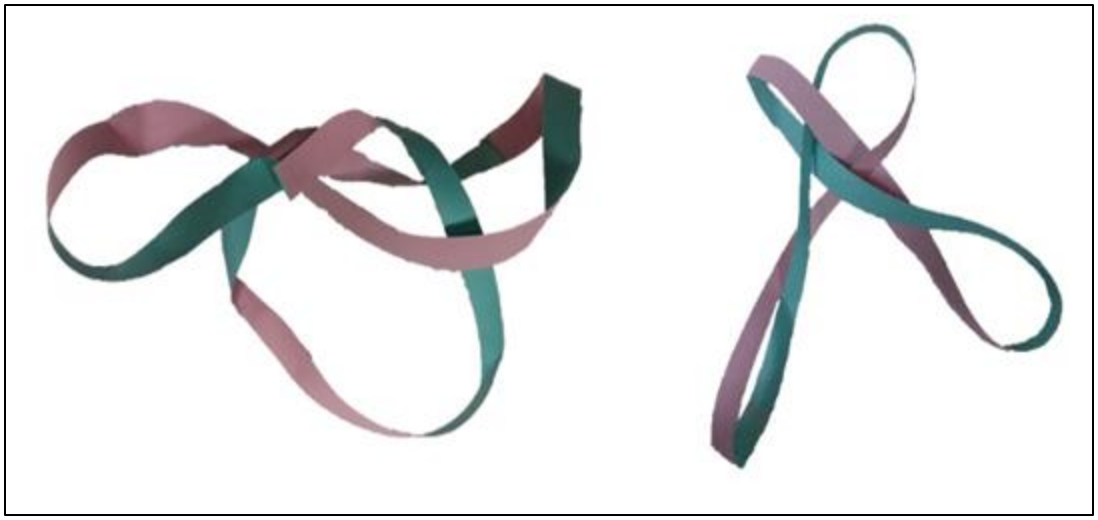
تم عمل عدد ٦ ورش عمل للطلاب وبعد الانتهاء من الورش تم توزيع استبيان لمعرفة تصورات الطلاب حول فعالية ورش العمل واثر شريط موبيوس في تعزيز عملية تصميم المنتجات الصناعية حيث شجعت ورش العمل على التفكير خارج الصندوق ونتج عن تلك الورش تصميمات جديدة ومبتكرة. وتم تقسيم الورش كالتالي:

١- الورشة الأولى:

تم تعريف وشرح و كيفية عمل شريط موبيوس، و توضيح الخصائص المميزة له، وعرض نماذج مختلفة لمنتجات صناعية تم تصميمها باستخدام شريط موبيوس.

٢- الورشة الثانية:

تم شرح الاشكال المختلفة لشريط موبيوس و الاشكال المشتقة منه مثل زجاجة كلاين وصولاً الى العقد الثلاثية (Trefoil knots). وبداية تطبيق الطلاب لعمل اشكال مختلفة من شريط موبيوس باستخدام شريط ورقي ذي لون مختلف لكل سطح لمساعدتهم في العدد الفردي لشريط موبيوس.



شكل(٢١) يوضح نماذج ورشة العمل الثانية

٣- الورشة الثالثة

التطبيق على استخدام شريط موبيوس لتصميم حلي باستخدام شرائط من النحاس والورق و سلك النحاس وفوم مضغوط وبعض من الادوات المساعدة.

شكل(٢٢) يوضح نماذج من ورشة العمل الثالثة (ورشة الحلي)

٤- الورشة الرابعة

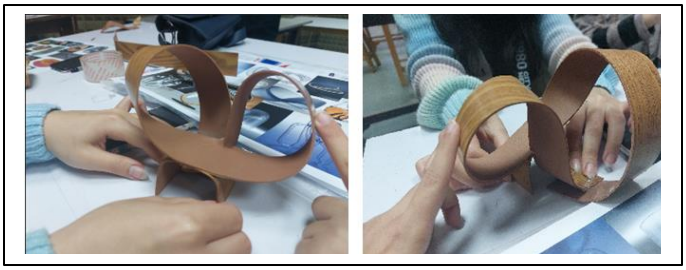
التطبيق على استخدام شريط موبيوس في تصميم وحدات الإضاءة، واستخدم الطلاب في هذه الورشة شرائط من الفوم لها وجه عاكس للإضاءة لتوضيح التصميم و اسطوانة/ خرطوم من الفوم لاستخدامه في التصميمات المستلهمة من العقد الثلاثية (trefoil knot) وسلك وشرائط من النحاس.

شكل(٢٣) يوضح نماذج من الورشة الرابعة (ورشة وحدات الإضاءة)

٥- الورشة الخامسة: (وحدات الاثاث)

تضمنت الورشة الخامسة تصميم وحدت اثاث مختلفة باستخدام شرائط من الفوم لها وجه يشبه شكل الخشب و ورق الاستلنسل وذلك لمحاكاة الخشب و الزجاج.

شكل (٢٤) تصميم وحدة كنسول



شكل (٢٥) تصميم مقترح لشزلونج للحدائق العامة

٦- الورشة السادسة: (ورشة منتجات متنوعة)

في الورشة السادسة لم يتم تحديد اتجاه للتصميم، بل اشتملت التصميمات على عدة منتجات مختلفة لترك مساحة للطلاب للتخيل والابتكار ودمج شريط موبيوس في تلك التصميمات المختلفة.

شكل (٢٦) تصميم مقترح لسماعات رأس

شكل (٢٧) تصميم مقترح منبه

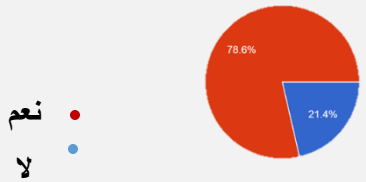
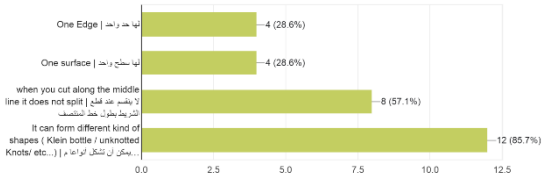
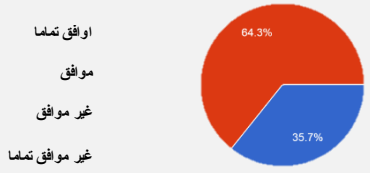
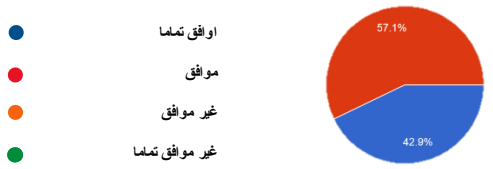
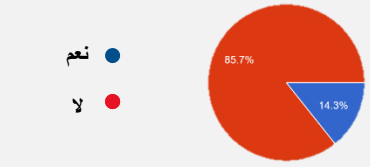
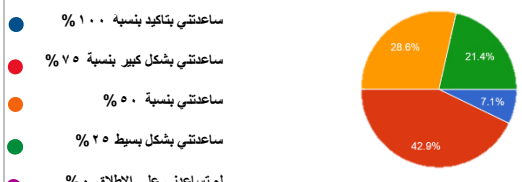
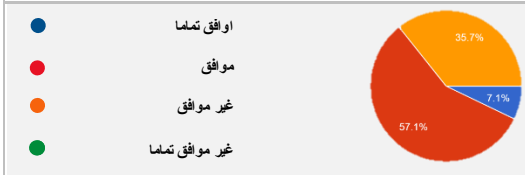
شكل (٢٨) تصميم مقترح لمقشره

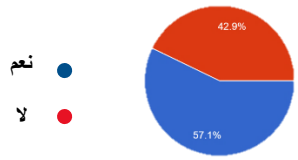
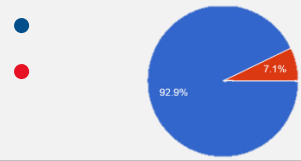
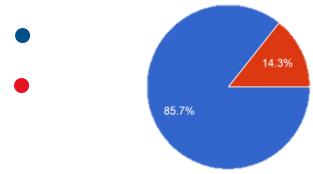
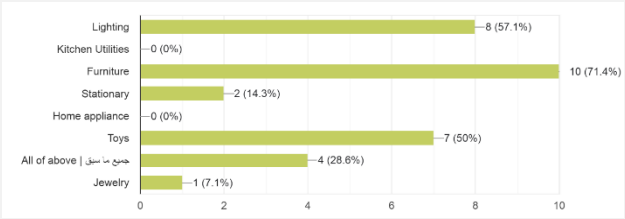
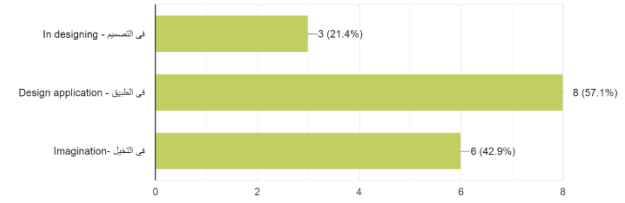
مناقشة

- كان هدف ورش العمل اكتشاف ومعرفة الخصائص المختلفة والاشكال المتنوعة لشريط موبيوس، وكيفيه إلهام الطلاب فى تصميم منتجات صناعية عملية تؤدى غرضها الوظيفي والاستخدامي، بالاضافة الى الشكل الجمالي الذى تكتسبه تلك التصميمات من خصائص شريط موبيوس.
- بدأ الطلاب فى المرحلة الأولى باستخدام الأشرطة والتعامل مع الورق لعمل شريط موبيوس والتفكير في خصائصه المختلفة عن قرب، فى البداية أظهر الطلاب تردد اولى عن كيفية استخدام تلك الأشرطة فى ابتكار تصميمات مختلفة لمنتج، ولكن ساعد العصف الذهنى والتعاون الجماعي على التغلب على هذه النقطة.
- أظهرت التصميمات الناتجة عن الورش فهماً واضحاً لشريط موبيوس واشكاله المختلفة، ومن بين النتائج البارزة وحدات إضاءة فى الشكل رقم(٢٣) التى استخدمت استمرارية سطح شريط موبيوس فى توزيع الاضاءة فى الفراغ بشكل افضل، وفى وحدتي الاثاث فى الشكل رقم (٢٤) و(٢٥) اللذان أستغلا شريط موبيوس لإظهار الجانب الجمالي بالاضافة الى الدعم الوظيفي للمنتج، كذلك فى الشكل(٢٦) و (٢٧) واللذان استخدما شريط موبيوس لاضافة قيمة جماليه للمنتج، وتصميم المقشره فى شكل رقم (٢٨) يظهر شكل وهيكل المنتج الذي يعزز الجانب الاستخدامي (الارجنوميكي) والجمالى للمنتج، وبالتالي أظهرت تلك التصميمات قدرة شريط موبيوس فى تجاوز الأشكال التقليدية فى المنتجات الصناعية.

رابعا: النتائج

درس البحث امكانية توظيف والاستعانة بشريط موبيوس فى ابتكار المنتجات، وذلك من خلال عدد من الورش التجريبية، تناولت دراسة شريط موبيوس وخصائصه ومشتقاته المختلفة وتطبيقاتها في تصميم المنتجات الصناعية، واسفرت ورش العمل من خلال الاستبيان للطلاب على النتائج التالية:

م	الاسئلة	النسب
١	هل كان لديك فكرة عن الأسطح الغير قابله للتوجيه	
٢	ما أكثر شئ وجدته مميز او ملفت للانتباه فى الاسطح الغير قابله للتوحيه (يمكن اختيار اكثر من اجابة)	
٣	بعد المعرفة عن السطح غير القابل للتوجيه، هل تعتقد أن هذا المفهوم / الطريقة / الإلهام فتح اتجاه جديد للتصميم وخاصة تصميم المنتجات الصناعية؟	
٤	هل تعتقد أن الاسطح غير القابلة للتوجيه طريقة مفيدة في تصميم المنتجات الصناعية؟	
٥	هل تعتقد ان الاسطح الغير قابله للتوجيه تؤثر سلبا على تصميم المنتجات الصناعية؟	
٦	هل تعتقد أن الأسطح غير القابلة للتوجيه (المفهوم / الطريقة / الإلهام) ساعدتك في إنشاء تصميم مبتكر/مبدع؟	
٧	هل تعتقد أن الأسطح غير القابلة للتوجيه (المفهوم / الطريقة / الإلهام) ساعدتك على تصور تصميمك بسرعة؟	

٨	هل تعتقد انك بحاجة لمواد/خامات معينة او معقدة لتطبيق تصميم باستخدام الاسطح الغير قابله للتوجيه؟	
٩	هل تعتقد انه بإمكاننا تصميم منتج صناعي متعدد الاستخدامات من خلال الاسطح الغير قابله للتوجيه؟	
١٠	هل تعتقد انه يمكن دمج الاسطح الغير قابله للتوجيه في تصميم المنتجات التي نستخدمها يوميا؟	
١١	ما هي المنتجات التي تظن انها ستستفيد من الاسطح الغير قابله للتوجيه في تصميمها؟ (يمكن اختيار اكثر من اجابه)	
١٢	ما الصعوبات التي واجهتها أثناء استخدام الأسطح غير القابلة للتوجيه في تصميم المنتجات؟ (يمكن اختيار اكثر من اجابه)	

وبذلك اظهر البحث النقاط التالية:

- تأكد فاعلية الاستفادة من شريط موبيوس بأشكاله ومشتقاته المختلفة في تصميم المنتج الصناعي.
- مساهمه شريط موبيوس في تعزيز الابتكار في تصميم المنتج الصناعي سواءاً في الجانب الوظيفي او الاستخدامي او الجمالي للمنتج.
- أهمية ورش العمل التجريبية فى التحقق من فروض البحث عملياً والخروج بالنتائج الايجابية.
- شريط موبيوس حفز الطلاب على التفكير خارج الصندوق مما أدى الى انتاج تصميمات جديدة ومبتكرة.

المراجع

المراجع العربية

1. العادلي, ت. م. ن. (١٩٩٣). الابتكار ومتطلبات الشكل في المنتجات الخزفية الاستخدامية. مجلة علوم وفنون, ٥(٤), ٣١–٥٤.

aleadli, ta. m. na. (1993). aliabtikar wamutatalibat alshakl fi almuntajat alkhazafiat aliastikhdamiati. majalat eulum wafunun, 5(4), 31-54.

2. العامرى, ز. ح. ح., & فرج, ب. م. ح. (٢٠١٩). المنتج الصناعي المبتكر وانعكاساته على المجتمع. مجلة كلية

التربية الأساسية, ٣٧–٨٢.

aleamiraa, zi. ha. ha., & farji, bi. mi. ha. (2019). almuntij alsinaeiu almubtakir waineikasatuh ealaa almujtamaei. majalat kuliyat altarbiat al'asasiati, 37-82.

3. حمدان, أ. ج. ص.(٢٠١٢). تنمية مهارات التفكير العليا والتفكير الإبداعي. مجلة التربية,٤١(١٨١), ١٦٥–١٩٤.

hamdan, 'a. ja. sa.(2012). tanmiat maharat altafkir aleulya waltafkir al'iibdaeia. majalat altarbiti,41(181), 165-194.

4. خيري, أ. (٢٠١٢). ادارة الابداع والابتكارات.

khiri, 'a. (2012). adarat aliabidae waliabtikarat.

5. زاوية, ر., & بوخاري, ع. (٢٠١٧). دور الابتكار على تحقيق الميزة التنافسية للمؤسسة الاقتصادية. الملتقى الدولي حول اساليب تفعيل قيادة الابداع والابتكار فى المؤسسات الجزائرية فى ظل المفاهيم الادارة الحديثة.

zawiat, ra., & bukhari, ea. (2017). dawr alaibtikar ealaa tahqiq almizat altanafusiat lilmuasasat alaiqtisadiati. almultaqaa alduwalii hawl asalib tafeil qiadat alaibidae walaibtikar faa almuasasat aljazayiriat faa zili almafahim aladarat alhadithati.

6. عبد الوهاب, ب., & عبد الباقي, ر. (٢٠١٢). دور الابتكار في دعم الميزة التنافسية للمؤسسة الاقتصادية (دراسة حالة اتصالات الجزائر للهاتف النقال - موبيليس -).

7. عبدالعال, م. ن. م., & عبدالسلام, م. م. ر. (٢٠١٢). تنمية التفكير الابتكارى بالاستفادة من الدمج بين التقنيات في مجال تعليم التصميم الصناعي. المجلة الدولية للتعليم بالإنترنت, ١–١٧.

8. هاشم, ا. م.أ. (٢٠١٤). الابداع و الابتكار فى تصميم المنتج كميزة تنافسية. مجلة التصميم الدولية, ٤(١), ١٥–٢٣.

9. Arutyunova, E. Y. (2019). Study of cutting the Möbius. 26–29. https://doi.org/10.36838/v1i2.6

10. Bokowski, J., & Matcha, H. (2012). Möbius Strip Segmented into Flat Trapezoids: Design-Build Project by the Departments of Architecture and Mathematics of the Technische Universität Darmstadt. Nexus Network Journal, 14(1), 109–118. https://doi.org/10.1007/s00004-011-0100-6

11. Emmer, M. (1980). Visual Art and Mathematics: The Moebius Band. Leonardo Journal, 13(2), 108–111.

12. Feller, P., & Golla, M. (2020). Non-orientable slice surfaces and inscribed rectangles. Annali Scuola Normale Superiore - Classe Di Scienze. https://doi.org/10.48550/arXiv.2003.0159

13. Li, Y. (2020). TOPOLOGICAL INSULATORS Lindblad's tenfold way. Nature Physics. https://doi.org/10.1038/s41567-020-0805

14. No Title. (2012). https://inhabitat.com/mcgill-university-students-build-twisted-contemplay-pavilion-out-of-locally-sourced-materials/contemplay-pavilion-2

15. Rapoport, D. L. (2013). Klein bottle logophysics : a unified pr inciple for non-linear systems , cosmology , geophysics , biology , biomechanics and per ception. Journal of Physics: Conference Series 437 (2013) 012024. https://doi.org/10.1088/1742-6596/437/1/012024

16. Sadowski, M. A., & Connolly, P. E. (2009). Creative Thinking: The Generation of New and Occasionally Useful Ideas. Engineering Design Graphics Journal, 63(1).

17. Séquin, C. H. (2010). The Beauty of Knots. 1–8. https://www.academia.edu/82252830/The_Beauty_of_Knots

18. Séquin, C. H. (2012). From Möbius Bands to Klein Knottles. Bridges 2012: Mathematics, Music, Art, Architecture, Culture

19. Séquin, C. H. (2018). Möbius bridges. Journal of Mathematics and the Arts, 12(2–3), 181–194. https://doi.org/10.1080/17513472.2017.141933

20. Séquin, C. H. (2005). Splitting Tori, Knots, and Moebius Bands. Bridges Conference,

245–254

21. Starostin, E. L., & van der Heijden, G. H. M. (2007). The shape of a Möbius strip. Nature Materials, 6(8), 563–567. https://doi.org/10.1038/nmat1929
22. Suparji, S., Nurlaela, L., & Putra, B. (2018). Strategy to Develop the Ability of Creative Thinking Using Problem-Based Learning Model in Light Vehicle Engineering Competences of Vocational Education. Proceedings of the International Conference on Indonesian Technical Vocational Education and Association (APTEKINDO 2018), 201(Aptekindo), 83–86. https://doi.org/10.2991/aptekindo-18.2018.18
23. Tep, P., Maneewan, S., Chuathong, S., & Easter, M. A. (2018). A Review of Influential Factors Affecting Undergraduate Students' Creative Thinking. SSRN Electronic Journal. https://doi.org/10.2139/ssrn.3303354
24. Thulaseedas, J., & Krawczyk, R. J. (2003). Mobius Concepts in Architecture. BRIDGES Mathematical Connections in Art, Music, and Science, 353–360
25. Torday, J. S. (2021). Life is a mobius strip. Progress in Biophysics and Molecular Biology, 167, 41–45. https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2021.08.001
26. Zeeman, E. C. (1966). An Introduction to Topology The Classification theorem for Surfaces. In1179-1926