

الابتكار في تصميم المنتجات الصناعية من خلال استخدام شريط موبوس

Innovation in Industrial Product Design Through the Use of Mobius Strip

أ.م.د. أحمد كمال على

مدرس 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 ٦ أكتوبر، 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 Makhoul

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 موبوس من الأشكال الهندسية المعروفة ومن الأسطح الغير قابل للتوجيه ذات حد واحد و سطح واحد والتي يتم استخدامها في تصميم المنتجات الصناعية، حيث يُسهل شريط موبوس 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 موبوس في مجال تصميم المنتجات بنحو مبتكر يحقق قبول المستخدم والتنافسية، وتصميم منتجات ذات تصميم جديد ومبتكر. يدرس البحث ماهية الابتكار، ومعرفة خصائص شريط موبوس، والأشكال المختلفة للأسطح الغير قابل للتوجيه، وتطبيقات شريط موبوس (الأسطح الغير قابل للتوجيه) في تصميم المنتجات الصناعية. تم عمل ورش تجريبية مع الطلاب أثمرت عن تصميمات جديدة ومبتكرة وأكد الطلاب على أثر مساهمة شريط موبوس في استنباط حلول تصميمية مبتكرة تتجاوز النماذج التقليدية، مما يعزز الابتكار في تصميم المنتجات الصناعية.

الكلمات المفتاحية

الابتكار – شريط موبوس – 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 لتلبية 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 موبوس الذي تم استخدامه في العديد من المجالات من بينها الفن والهندسة المعمارية والتصميم وغيرها من المجالات الأخرى، وهو شريط ينتمي الى الاسطح الغير قابل للتوجيه ذو خصائص فريدة ومتميزة. فعلى سبيل المثال تم اختيار شريط موبوس للاستخدام لمعرض تجاري في مشروع تطبيقي لكلية الهندسة الجامعة التقنية – دارمشتات- المانيا وذلك لما له من خصائص مميزة. كما تم دراسة دمج شريط موبوس في تصميم قطع المنتجات المختلفة مثل المسامير والمراوح، مما نتج عنه زيادة كفاءة تلك المنتجات بعد دمج شريط موبوس في التصميم. تكمن دراسة البحث في الاستعانة والاستفادة من شريط موبوس 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 موبوس (الاسطح الغير قابل للتوجيه) – الاحتياج لزيادة التنوعية بشريط موبوس لمصممي ودارسي تصميم المنتجات الصناعية. – توظيف شريط موبوس لتعزيز جوانب تصميم المنتج الصناعي (الجانب الوظيفي، الإستخدامي، الجمالي)

– لقاء الضوء على استخدام شريط موبوس في تصميم المنتجات الصناعية، وكيفية الاستفادة منها في تصميم المنتجات الصناعية

– تعزيز الابداع والابتكار لدى مصمم المنتجات ودارسي تصميم المنتجات.

فرض البحث

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

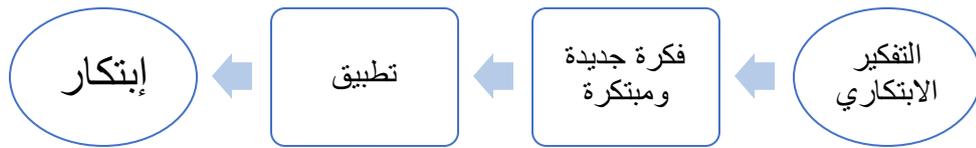
منهج البحث

يتبع البحث منهج الاستقرائي التجريبي.

أولاً: 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. (العامري & 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 الابتكار

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 مراعاة نقاط معينه عند تصميم منتج مبتكر وهي: (العادلي، ١٩٩٣)

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

مجلة التراث والتصميم - المجلد الرابع - عدد خاص (1)
المؤتمر الاول لكلية التصميم والفنون الإبداعية جامعة الاهرام الكندية
تحت عنوان (رؤية مستقبلية للصناعة المصرية)
2. أنواع الابتكار
١/٢ منتجات الابتكار الجذري) : عبد الوهاب & عبد الباقي, ٢٠١٢)

هي منتجات تم ابتكارها ولم تكن موجهة 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.

٣ /٢ 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 في السوق.

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

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

3. مراحل الابتكار

يتضح مما سبق ان التفكير الابتكاري هو اساس الابتكار والمنتج المبتكر، وبناءً على ذلك فيجب الاهتمام بما يتم اثناء التفكير الابتكاري لمردوده المباشر على الابتكار ذاته. وتعتبر مراحل ابتكار المنتج محل خلاف بين الباحثين، الا انه يكمن 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 السوق Market Research
- البحوث و التطوير R&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 لآخر، وهذه المرحلة تسمح للعقل بمعالجة المعلومات والبيانات التي تم جمعها دون وعي واستكشاف أوجه نظر مختلفة وجديدة.

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

٥/٣ مرحلة 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: وهي اشباع حاجات المستهلكين.

٦/٣ مرحلة تطوير النماذج الأولية للمنتج

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

- نماذج بنائية: هي النماذج التي يتم فيها إظهار شكل وحجم المنتج بدون الوظيفة.
- نماذج وظيفية: يتم فيها اختبارات فنية على المنتج 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.

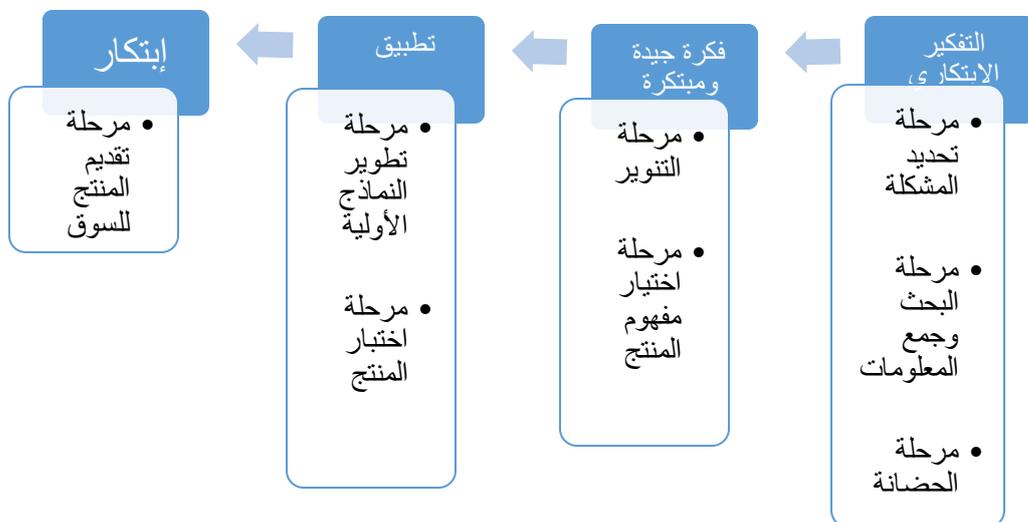
٧/٣ مرحلة اختبار المنتج

- 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 والمشتريين في المنتج وتحديد الإيجابيات والسلبيات.

٨/٣ مرحلة 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 تدرج 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; احمدان, ٢٠١٢; خيرى, 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: هى القدرة على انتاج اكبر قدر من الافكار المختلفة في زمن معين.
- طلاقة النداعي: هى 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.

٣/٤ الأصالة

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.

٥/٤ التفاصيل

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

ثانياً: شريط موبوس Mobius Strip

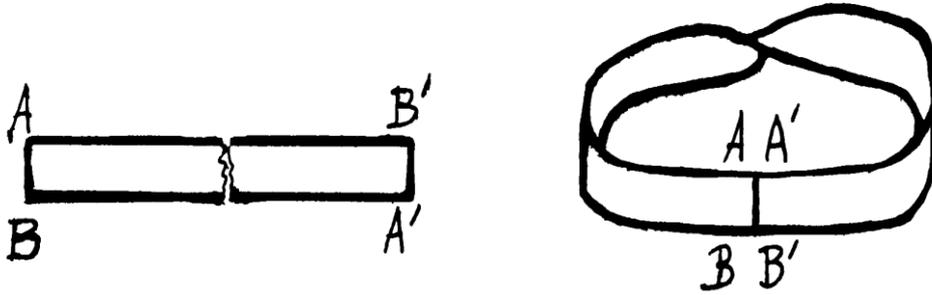
منذ عصر النهضة اهتم عدد من الفنانين بالعلاقات بين الرياضيات والعلوم الأخرى، ومثال على ذلك استخدام شريط موبوس في العديد من المجالات المختلفة بما في ذلك الفن والهندسة والعلوم وغيرها من المجالات الأخرى، وكان ذلك سواء على شكله الحقيقي أو على سبيل الاستعارة.

تم تسمية هذا الشريط الفريد على اسم أوغست فرديناند موبوس، عالم رياضيات وفلك ألماني الذي 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 موبوس وكيفيه تشكيله

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

اذ اخذنا شريط $A B A' B'$ وتم لف الشريط و لصق نقطة A بنقطة 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 موبوس

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

٢- خصائص شريط موبايوس

يتميز شريط موبايوس بثلاث خصائص وهي:

١/٢ سطح غير قابل للتوجيه

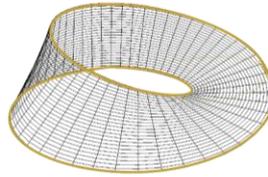
يعتبر شريط موبايوس من الاسطح الغير قابله للتوجيه، أى لا يمكن تحديد جانب "أعلى" و"أسفل" له، على عكس الأسطح القابله للتوجيه (Feller & Golla, 2020).

٢/٢ سطح واحد

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

٣/٢ أحادى 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: شريط موبايوس احادى الجانب

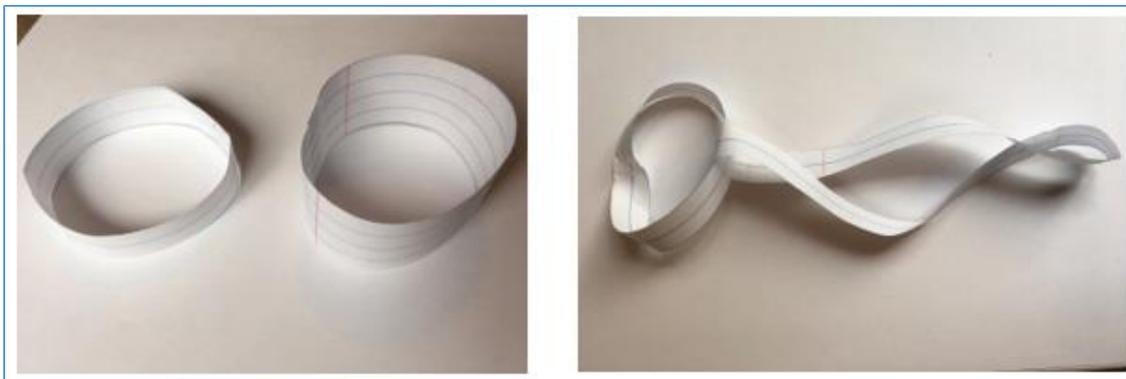
٣- أشكال شريط موبايوس

يعد شريط موبايوس اساس وبداية العديد من الاشكال المختلفة، وهذه الاشكال هي:

١/٣ شريط موبايوس بعدد فردي من الالتواءات

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



شكل (٥) يوضح نتيجة قطع شريط موبايوس بثلاث عرض الشريط (Arutyunova, 2019)

- 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 موبايوس كما يشير عالم الرياضيات لويس كوفمان أنه إذا قمت بقطع شريط موبايوس 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 موبايوس ذي ثلاث التواءات، و العقد ذات خمس تقاطعات من شريط موبايوس ذو خمس التواء و هكذا.
- يوجد في التقاطعات الفردية الأكثر من ثلاث تقاطعات أكثر من نوع من تلك العقد شكل (٦)، بحيث انهم اشكال مختلفة لا يمكن تحويل واحد منهم الى الاخر، ولكنهم متفقين في عدد التقاطعات.



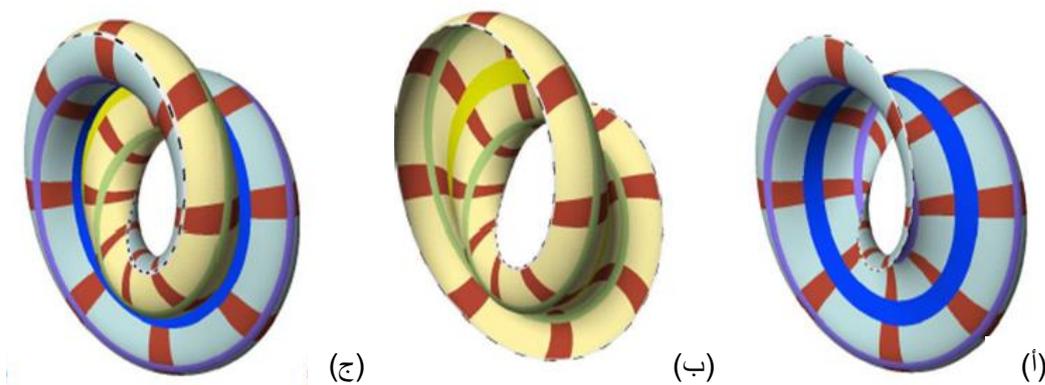
شكل (٦) يوضح التقاطعات المختلفة المستنتجة من شريط موبايوس بانواعها المختلفة (Li, 2020)

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

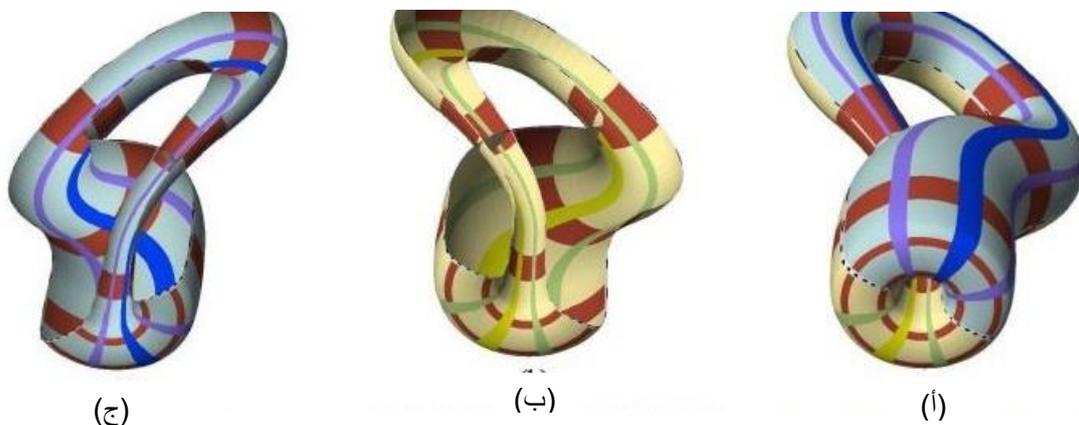
الفئة الأولى والثانية ($K8R-O$ و $K8L-O$) غير متناظر، مما يعني أنه لا يمكن تحويلهما إلى بعضهما البعض من خلال تحويلات التماثل المنتظم، بينما KOJ شكل (٩) فهي هجينة مما يشير إلى أنه يمكن تحويلها إلى صورة مرآتها. هذه الفئات مختلفة هيكلًا ولا تعتمد على أي علامات على السطح



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



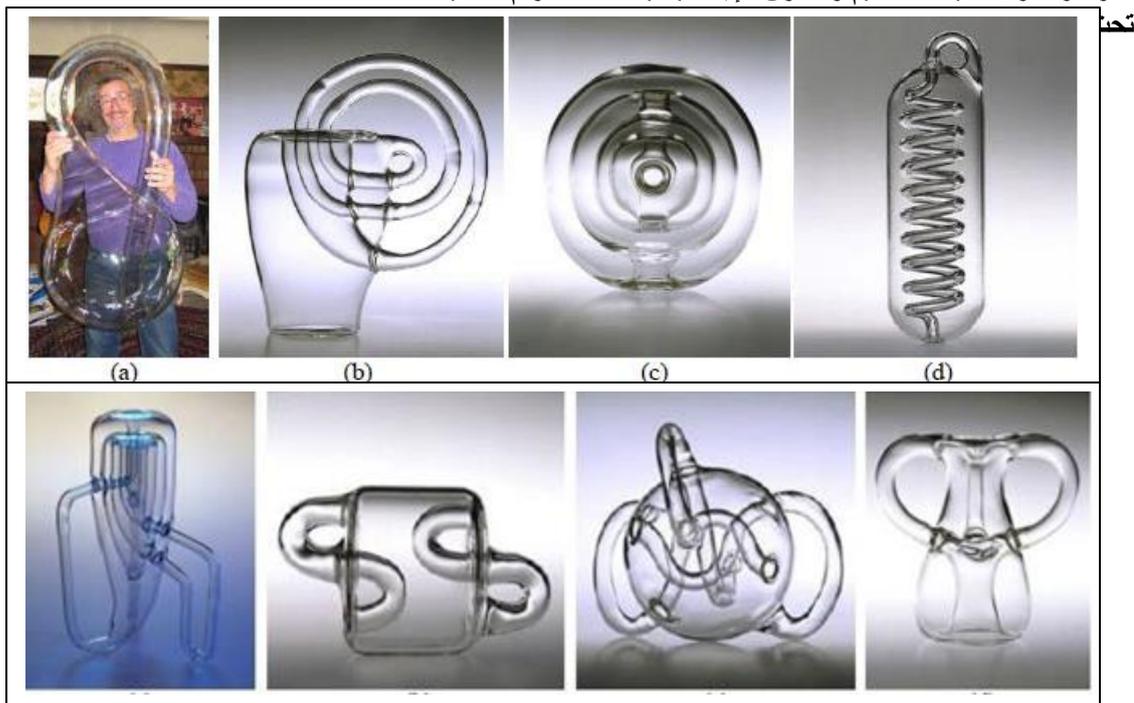
شكل (٨) يوضح شريطا موببوس الأيسران ML في (أ، ب) يشكلان زجاجة كلاين اليسرى من نوع K8L-O (ج).



شكل (٩) يوضح زجاجة كلاين العادية: (أ) زجاجة كلاين KOJ الكاملة؛ (ب) النصف السفلي منها عبارة عن شريط موببوس الأيمن (MR)؛ (ج) شريط موببوس العلوي الأيسر (ML) يظهر مقلوبًا.

١/٣/٣ أنواع ومشتقات من زجاجة كلاين

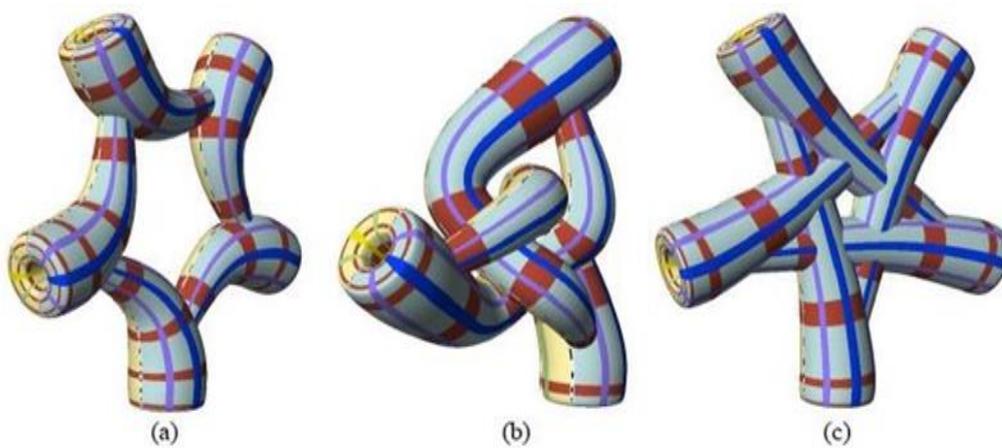
قام آلان بينيت بعمل نماذج زجاجية أكثر تفصيلاً لمتحف العلوم في ساوث كنسينجتون بالمملكة المتحدة شكل (١٠)، كانت تلك النماذج مستوحاه من زجاجة كلاين وخصائصها. (Séquin, 2012)



شكل (١٠): يوضح انواع ومشتقات من زجاجة كلاين

٢/٣/٣ عقد كلاين

وهي 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 موبوس

١/٤ نماذج لبعض المنتجات المبتكرة من حيث جوانب التصميم

١/١/٤ الجانب الوظيفي

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

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



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

٢/١/٤ الجانِب الجمالي

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



شكل(١٦) يوضح تصميم قلادة على شكل شريط موبايوس



شكل (١٥) يوضح تصميم خاتم على شكل شريط موبايوس

٣/١/٤ الجانِب الاستخدَامي

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



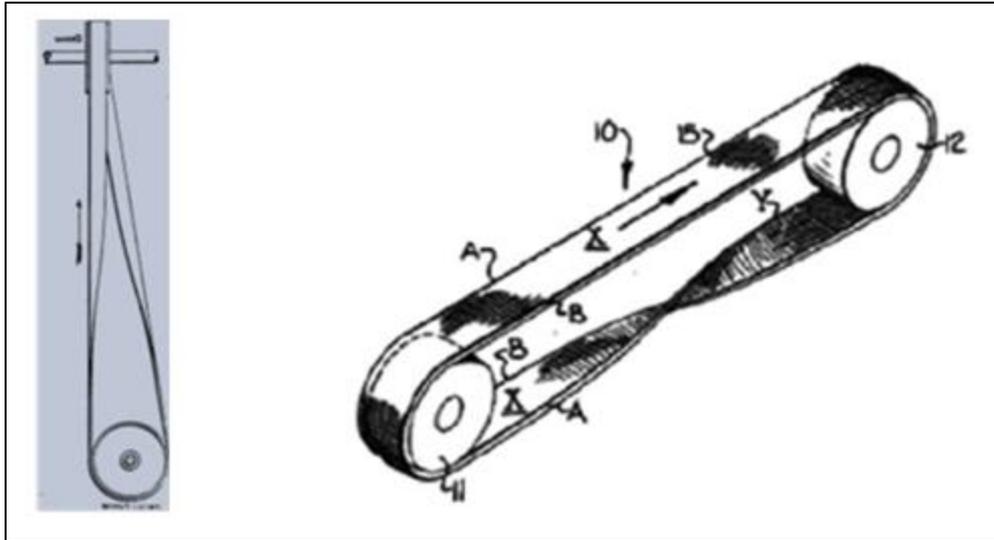
شكل(١٨) يوضح تصميم فتاحة الزجاجاة



شكل(١٧) يوضح تصميم عيدان تناول الطعام

٢/٤ في الماكينات

يتم استخدام شريط موبوس 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 موبوس

٣/٤ التصميم المعماري

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



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

مجلة التراث والتصميم - المجلد الرابع - عدد خاص (1)
المؤتمر الاول لكلية التصميم والفنون الإبداعية جامعة الاهرام الكندية
تحت عنوان (رؤية مستقبلية للصناعة المصرية)
ثالثاً: ورش العمل التجريبية مع طلاب تخصص تصميم المنتجات

تم عمل ورش تجريبية مع عدد ١٤ طالب من طلاب الفرقة الثالثة قسم تصميم المنتجات جامعة ٦ أكتوبر في العام الأكاديمي ٢٠٢٣/٢٠٢٢ لاستكشاف امكانية الاستفادة من خصائص شريط موبايوس في المساهمة في ابتكار المنتجات الصناعية، وقد تطرق الطلاب لمراحل الابتكار المختلفة، وكان الهدف من ورش العمل هو:

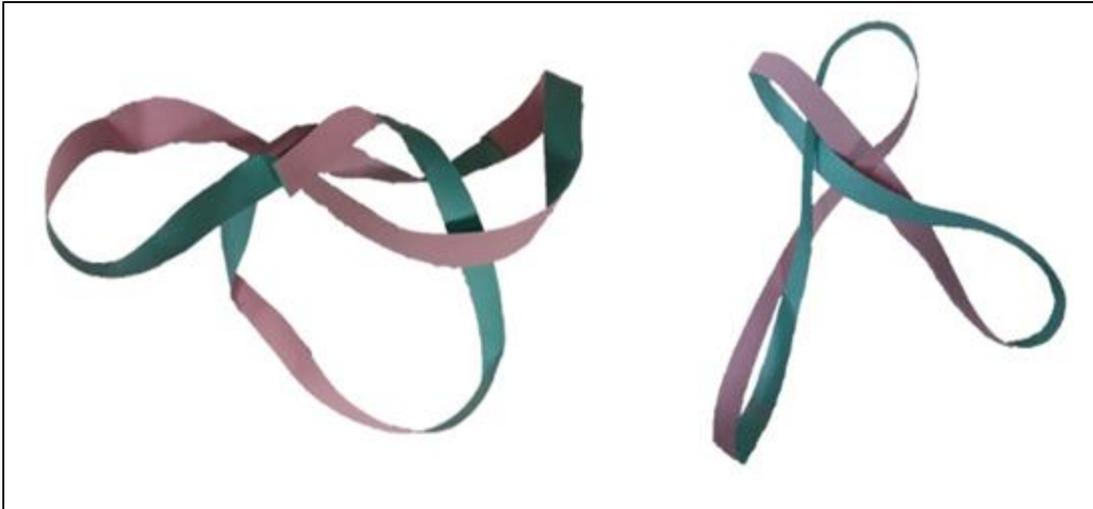
- تعريف الطلاب بشريط موبايوس و خصائصه المختلفة.
 - تشجيع التفكير الابتكاري من خلال تطبيق شريط موبايوس في تصميم المنتجات الصناعية.
 - دراسة مدى اثر شريط موبايوس على عملية تصميم المنتج الصناعي و الابتكار.
 - مر الطلاب ببعض مراحل الابتكار المختلفة على الوجه التالي:
 - مرحلة تحديد المشكلة: تم فيها تحديد اتجاه ونوع المنتجات المختلفة في كل ورشة.
 - مرحلة جمع المعلومات: قام الطلاب بجمع المعلومات في الورشة الأولى التي تضمنت شرح عن شريط موبايوس.
 - مرحلة الحضانة: وهي مرحلة اختمار المعلومات والافكار وكان يمر الطلاب بها في كل ورشة عمل.
 - مرحلة التنوير: وهي الوصول بعد التجربة الى شكل مميز ومبتكر يحقق الجانب الوظيفي والجمالي للمنتج.
- تم عمل عدد ٦ ورش عمل للطلاب وبعد الانتهاء من الورش تم توزيع استبيان لمعرفة تصورات الطلاب حول فعالية ورش العمل واثر شريط موبايوس في تعزيز عملية تصميم المنتجات الصناعية حيث شجعت ورش العمل على التفكير خارج الصندوق ونتاج عن تلك الورش تصميمات جديدة ومبتكرة. وتم تقسيم الورش كالتالي:

١- الورشة الأولى:

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

٢- الورشة الثانية:

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



شكل (٢١) يوضح نماذج ورشة العمل الثانية

التطبيق على استخدام شريط موبايوس 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

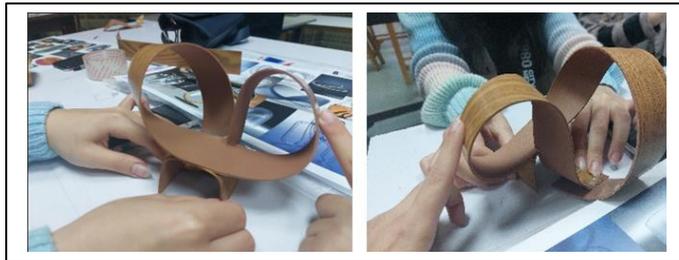
التطبيق على استخدام شريط موبايوس في تصميم وحدات الإضاءة، واستخدم الطلاب في هذه الورشة شرائط من الفوم لها وجه عاكس للإضاءة لتوضيح التصميم و اسطوانة/ خرطوم من الفوم لاستخدامه في التصميمات المستلهمة من العقد الثلاثية (trefoil knot) و سلك و شرائط من النحاس.



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 الاستنسل وذلك لمحاكاة الخشب و الزجاج.

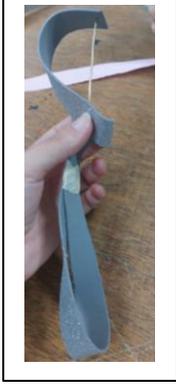


شكل (٢٥) تصميم مقترح لشزلونج للحوائق العامة

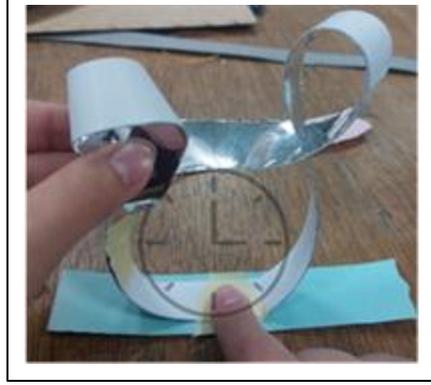


شكل (٢٤) تصميم وحدة كنسول

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



شكل (٢٨) تصميم مقترح لمقشره



شكل (٢٧) تصميم مقترح منبه



شكل (٢٦) تصميم مقترح لسماعات رأس

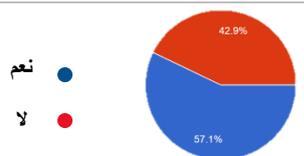
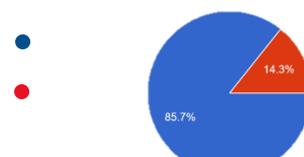
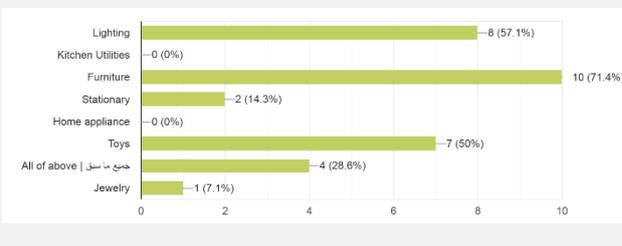
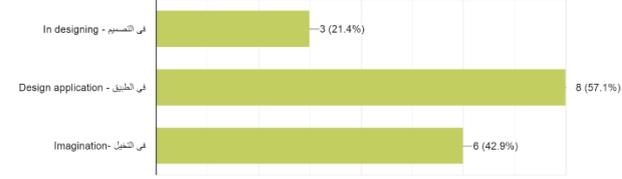
مناقشة

- كان هدف ورش العمل اكتشاف ومعرفة الخصائص المختلفة والأشكال المتنوعة لشريط موبايوس، وكيفية إلهام الطلاب في تصميم منتجات صناعية عملية تؤدي غرضها الوظيفي والاستخدامي، بالإضافة إلى الشكل الجمالي الذي تكتسبه تلك التصميمات من خصائص شريط موبايوس.
- بدأ الطلاب في المرحلة الأولى باستخدام الأشرطة والتعامل مع الورق لعمل شريط موبايوس والتفكير في خصائصه المختلفة عن قرب، في البداية أظهر الطلاب تردد أولي عن كيفية استخدام تلك الأشرطة في ابتكار تصميمات مختلفة لمنتج، ولكن ساعد العصف الذهني والتعاون الجماعي على التغلب على هذه النقطة.
- أظهرت التصميمات الناتجة عن الورش فهماً واضحاً لشريط موبايوس وأشكاله المختلفة، ومن بين النتائج البارزة وحدات إضاءة في الشكل رقم (٢٣) التي استخدمت استمرارية سطح شريط موبايوس في توزيع الإضاءة في الفراغ بشكل أفضل، وفي وحدتي الاثاث في الشكل رقم (٢٤) و(٢٥) اللذان أستغلا شريط موبايوس لإظهار الجانب الجمالي بالإضافة إلى الدعم الوظيفي للمنتج، كذلك في الشكل (٢٦) و (٢٧) واللذان استخدمتا شريط موبايوس لإضافة قيمة جمالية للمنتج، وتصميم المقشره في شكل رقم (٢٨) يظهر شكل وهيكل المنتج الذي يعزز الجانب الاستخدامي (الارجنوميكي) والجمالي للمنتج، وبالتالي أظهرت تلك التصميمات قدرة شريط موبايوس في تجاوز الأشكال التقليدية في المنتجات الصناعية.

رابعاً: النتائج

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

م	الاسئلة	النسب
١	هل كان لديك فكرة عن الأسطح الغير قابله للتوجيه	<p>نعم 78.6% لا 21.4%</p>
٢	ما أكثر شئ وجدته مميز او ملفت للانتباه في الاسطح الغير قابله للتوجيه (يمكن اختيار اكثر من اجابة)	<p>One Edge لها حد واحد 4 (28.6%) One surface لها سطح واحد 4 (28.6%) when you cut along the middle line it does not split لا ينقسم عند قطع [تشرط بطول خط المنتصف] 8 (57.1%) It can form different kind of shapes (Klein bottle / unmounted Knots/ etc... يمكن ان تشكل انواع م... 12 (85.7%)</p>
٣	بعد المعرفة عن السطح غير القابل للتوجيه، هل تعتقد أن هذا المفهوم / الطريقة / الإلهام فتح اتجاه جديد للتصميم وخاصة تصميم المنتجات الصناعية؟	<p>وافق تماما 64.3% موافق 35.7% غير موافق غير موافق تماما</p>
٤	هل تعتقد أن الاسطح غير القابلة للتوجيه طريقة مفيدة في تصميم المنتجات الصناعية؟	<p>وافق تماما 57.1% موافق 42.9% غير موافق غير موافق تماما</p>
٥	هل تعتقد ان الاسطح الغير قابله للتوجيه تؤثر سلبا على تصميم المنتجات الصناعية؟	<p>نعم 85.7% لا 14.3%</p>
٦	هل تعتقد أن الأسطح غير القابلة للتوجيه (المفهوم / الطريقة / الإلهام) ساعدتك في إنشاء تصميم مبتكر/مبدع؟	<p>ساعدتني بتأكيد بنسبة ١٠٠% 28.6% ساعدتني بشكل كبير بنسبة ٧٥% 21.4% ساعدتني بنسبة ٥٠% 7.1% ساعدتني بشكل بسيط ٢٥% 42.9% لم تساعدني على الإطلاق ٠% 0%</p>
٧	هل تعتقد أن الأسطح غير القابلة للتوجيه (المفهوم / الطريقة / الإلهام) ساعدتك على تصور تصميمك بسرعة؟	<p>وافق تماما 35.7% موافق 7.1% غير موافق 57.1% غير موافق تماما</p>

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

وبذلك اظهر البحث النقاط التالية:

- تؤكد فاعلية الاستفادة من شريط موبوس بأشكاله ومشتقاته المختلفة في تصميم المنتج الصناعي.
- مساهمه شريط موبوس في تعزيز الابتكار في تصميم المنتج الصناعي سواءً في الجانب الوظيفي او الاستخدامي او الجمالي للمنتج.
- أهمية ورش العمل التجريبية في التحقق من فروض البحث عملياً والخروج بالنتائج الايجابية.
- شريط موبوس 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. العامري, ز. ح. ج. & فرج, ب. م. ح. (٢٠١٩). المنتج الصناعي المبتكر وانعكاساته على المجتمع. مجلة كلية

- aleamiraa, zi. ha. ha., & farji, bi. mi. ha. (2019). *almuntij alsinaeiu almutakir 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. خيرى, أ. (٢٠١٢). إدارة الإبداع 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 الإبداع والابتكار في المؤسسات الجزائرية في 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). الإبداع و الابتكار فى تصميم المنتج كمييزة 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 principle for non-linear systems, cosmology, geophysics, biology, biomechanics and perception. *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 Knots. *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). Möbius Concepts in Architecture. *BRIDGES Mathematical Connections in Art, Music, and Science*, 353–360
25. Torday, J. S. (2021). Life is a Möbius 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. In 1179-1926