أثر الاشكال المستحيلة على التصميمات الهندسية

The impact of impossible shapes on geometric designs

إعداد

أ.م.د/ محمد حسن محمد شهده

أستاذ مساعد بقسم التربية الفنية بكلية التربية النوعية جامعة بورسعيد

مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية

معرف البحث الرقمي DOI: 10.21608/JEDU.2025.409541.2290

المجلد الحادي عشر العدد ٥٩ . يوليو ٢٠٢٥

الترقيم الدولي

E- ISSN: 2735-3346 P-ISSN: 1687-3424

موقع المجلة عبر بنك المعرفة المصري https://jedu.journals.ekb.eg/

موقع المجلة http://jrfse.minia.edu.eg/Hom

العنوان: كلية التربية النوعية . جامعة المنيا . جمهورية مصر العربية

مستخلص البحث:

يهدف البحث الي دراسة وتحليل الأسس البنائية والهندسية للأشكال المستحيلة للوصول الي حلول تصميمية مبتكرة، وإكساب الطلاب المهارات اللازمة في بناء التصميم من خلال دراسة كيفية بناء الاشكال المستحيلة وتعظيم قدرته على معالجة الشكل من خلال إيجاد العلاقة بين الاشكال المستحيلة والهندسية عن طريق تحقيق بنائية الشكل التصميمي.

والاستفادة من انواع الاشكال المستحيلة والنظام البنائي الهندسي لها يعد موضوعًا شيقًا يجمع بين الفن والرياضيات وعلم النفس، حيث تعتمد هذه الاشكال على إدراك الإنسان للصور بطريقة تخالف الواقع أن استخدام هذه الأشكال في التصميم يعزز جاذبية التصميم. كما ويساهم في إيجاد صياغات تشكيلية متنوعة بصورة مبتكرة تصلح كمدخل لتدريس التصميم، ويسعى البحث إلى زيادة المعرفة من خلال دراسة الاشكال المستحيلة الذي من الممكن أن يؤدى الى نمو الفكر التصميمي لطالب التربية الفنية مما يمكنه من تطوير الاشكال المستحيلة واعادة انتجاها بأسلوب مبدع ومبتكر مستفيدا من الشكل الهندسي.

عرض ماهي الاشكال المستحيلة والنظم والبناء الهندسي، وأنواع الاشكال المستحيلة، وكيفية الاستفادة من الاشكال المستحيلة في التصميم فانتج الطلاب تصميمات هندسية بالاستفادة من الاشكال المستحيلة بصبغة فنية ومبتكرة. كما وتحقق فرض البحث (اثراء تصميمات الطلاب من خلال الاستفادة الاشكال المستحيلة)، من خلال تجربة قبلية وبعدية و تم حساب فرق متوسط الدرجات بين المقابلة القبلية والبعدية ووجود فروق دالة احصائيا بين المقابلتين لصالح المقابلة البعدية. والاستفادة من نتائج الدارسة في وضع مداخل جديدة تثري فكر المصمم وتثري مجال تدريس التصميم من خلال تطوير تصاميم مبتكرة وحديثه تعتمد على التفاعل حيث ان إدراك المشاهد لهذه الاشكال تكون بطريقة تخالف الواقع الفيزيائي، مما يؤدي إلى خداع الحواس.

Abstract:

The research aims to study and analyze the structural and geometric principles of impossible shapes to arrives to innovative design solutions. It also aims to equip students with the necessary skills in design construction by studying how to construct impossible shapes and maximizing their ability to manipulate shapes by establishing the relationship between impossible and geometric shapes through achieving the structural integrity of the design form. Utilizing the types of impossible shapes and their geometric structural system is an interesting topic that combines art, mathematics, and psychology. These shapes rely on human perception of images in a way that contradicts reality. Using these shapes in design enhances the design's appeal. It also contributes to creating diverse, innovative formative formulations that can serve as an introduction to design teaching. The research seeks to increase knowledge through the study of impossible shapes, which can lead to the growth of art education students' design thinking, enabling them to develop and reproduce impossible shapes in a creative and innovative manner, utilizing the geometric form. The study presented what are impossible shapes, systems and geometric construction, types of impossible shapes, and how to utilize impossible shapes in design. The students produced geometric designs utilizing impossible shapes with an artistic and innovative touch. The research hypothesis (enriching students' designs by utilizing impossible shapes) was achieved through a pre- and post-experiment. The difference in the average scores between the pre- and post-interviews was calculated, and there were statistically significant differences between the two interviews in favor of the post-interview. The results of the study can be used to develop new approaches that enrich the designer's thinking and the field of design teaching by developing innovative and modern designs that rely on interaction, as the viewer's perception of these shapes is in a way that contradicts physical reality, which leads to deception of the senses.

مقدمة:

تعد الأشكال المستحيلة من الظواهر البصرية التي تثير الدهشة والتأمل، حيث تتحدى الفهم البصري التقليدي للفضاء والأبعاد. كما و" تُعد الخدع البصرية والأشكال المستحيلة موضوعًا شيقًا يجمع بين الفن والرياضيات وعلم النفس، حيث تعتمد هذه الاشكال على إدراك الإنسان للصور بطريقة تخالف الواقع الفيزيائي، مما يؤدي إلى خداع الحواس".[١]

الأشكال المستحيلة هي أشكال هندسية تبدو للوهلة الأولى ممكنة، ولكن عند التحليل الدقيق نجد أنها لا يمكن أن توجد في الواقع بسبب تناقضاتها الداخلية. هذه الأشكال تستخدم في الفن والتصميم لخلق وهم بصري يثير الدهشة والتفكير.

تعتبر الأشكال المستحيلة من الظواهر البصرية المثيرة التي تجمع بين مفاهيم الفن والرياضيات والتصميم في آنٍ واحد، مما يجعل دراسة خصائصها وتطبيقاتها العلمية موضوعًا غنيًا ومتعدد التخصصات. تفتح الأشكال المستحيلة آفاقًا جديدة أمام المصممين لاستكشاف إمكانيات جديدة تتعدى القوانين الهندسية التقليدية، مما يعزز من قدرة التصميم على جذب الانتباه وتحفيز الإبداع. إن البحث العلمي في هذا المجال لا يقتصر على الجانب الجمالي فحسب، بل يمتد إلى الاستخدامات العملية التي تساهم في تطوير التصميم بطرق تفاعلية وأكثر فاعلية. يُمكن استخدام هذه الأشكال المستحيلة كأدوات لتوجيه التركيز البصري وتحسين تجربة المشاهد، ما يعكس أهمية الجمع بين النظرية والتطبيق في التصميم الحديث.[٢]

كما وتتضح الحاجة إلى مزيج متوازن بين التفكير العلمي والتقني لتحقيق الفائدة المثلى من هذه الأشكال في تصميمات الطلاب وتنمية مهارتهم التصميمية والابتكارية.

تتطلب العمليات التصميمية الحديثة تفاعلًا مستمرًا بين الإدراك البصري والابتكار الفكري، حيث يمكن ان تلعب الأشكال المستحيلة دورًا بارزًا في دفع حدود التفكير التقليدي وتوسيع آفاق الإبداع. إذ توفر هذه الأشكال تحديًا إدراكيًا يحفز الدماغ على إعادة تقييم توقعاته وتعزيز القدرة على التفكير النقدي للشكل الثنائي الأبعاد والثلاثي الأبعاد في الوقت نفسه، مما يؤدي إلى ابتكار حلول تصميمية غير تقليدية تزيد من جاذبية التصميم.[٣]

في مجال التصميم يمكن ان يُعتبر استغلال الأشكال المستحيلة أداة مبتكرة لتحفيز الإبداع وتعزيز الجاذبية البصرية في التصميم والأعمال الفنية، إذ تثير لدى المشاهد فضولًا معرفيًا يعود بالنفع على

---

[١] مجلة العلوم والتقنية، "الخداع البصري والأشكال المستحيلة"، العدد ٤٥، ٢٠١٨

[2] Yogesh K. Dwivedi, Laurie Hughes, Abdullah M. Baabdullah, Samuel Ribeiro-Navarrete, Mihalis Giannakis, Mutaz M. Al-Debei, Denis Dennehy, et al.. "Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy". International Journal of Information Management, 2022, p. 102642

[3] Andy Clark. "Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science". Behavioral and Brain Sciences, 2013, , p. 181–204

تجربة الاستخدام والتفاعل مع التصميم.[1] كما يُمكِّن للطلاب والمصممين الاستفادة المثلى من خواص الأشكال المستحيلة في تطوير حلول تصميمية مبتكرة تلبي متطلبات العصر الحديث.

مشكلة البحث:

من خلال قيام الباحث بالتدريس للجانب التطبيقي لمقرر التصميم لوحظ في اعمال الطلاب ان تصميمات الطلاب الهندسية تقليدية وتفتقر الي الابداع والخيال ومن خلال اعتبار ان فن الخداع البصري يعتمد علي الخيال مما يساهم في الوصول لحلول تصميمة للطلاب بالاستفادة من الاشكال المستحيلة بحيث يؤدي الي تعديل مفاهيمهم واتجاهاتهم وزيادة مهارتهم في بناء تصميماتهم الهندسية. والاستفادة من الأسس البنائية للأشكال المستحيلة لإثراء التصميمات الهندسية، مما يساهم في زيادة التفكير الفني.

وعلى هذا تتحدد مشكلة البحث في التساؤل التالي:

كيف يمكن الاستفادة من الأسس البنائية للأشكال المستحيلة في عمل صياغات تصميمه هندسية لإثراء تصميمات الطلاب.

فروض البحث:

١- يمكن الاستفادة من النظم البنائية للأشكال المستحيلة كمدخل لحلول لتصميمات هندسية.

٢- يمكن اثراء التصميمات الهندسية للطلاب من خلال الاستفادة من الاشكال المستحيلة في التصميم.

أهداف البحث:

١-التعرف على الاشكال المستحيلة وطرق تنفيذها.

٢-إكساب الطلاب المهارات اللازمة في بناء التصميم من حيث تعظم قدرته على تنفيذ الاشكال المستحيلة وتداخلها مع بعضها البعض ومعالجة التصميم من خلال إيجاد العلاقة بين الاشكال المستحيلة والهندسية في التصميم عن طريق تحقيق بنائية الشكل التصميمي.

٣-استحداث صياغات تصميمية بناءا على القواعد المرتبطة بالأشكال المستحيلة.

٤-تنمية التفكير الفني والمهارات التصميمية لدي الطلاب من خلال معالجة الاشكال المستحيلة مع الشكل الهندسي فنيا.

أهمية البحث:

- تناول اشكال وأنواع الاشكال المستحيلة وأسسها البنائية ، كخبره تفيد المصمم.

-الاستفادة من الاشكال المستحيلة والنظم والبناء الهندسي في إيجاد صياغات هندسية تشكيلية متنوعة بصورة مبتكرة تصلح كمدخل لتدريس التصميم.

اكساب الطلاب مهارة بناء التصميم وفق الاشكال المستحيلة بمعالجات بنائية هندسية مستحدثة.

[1]Larissa Shamseer, David Moher, Mike Clarke, Davina Ghersi, A. Liberati, Mark Petticrew, Paul Shekelle, et al.. "Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation". BMJ, 2015, p. 7647

-إكساب طالب التربية الفنية معلومات ومهارات تناول الاشكال المستحيلة وكيفية توظيفها للخروج بصياغات تصميمة مبتكرة.

-زيادة المعرفة من خلال التعرف علي الاشكال المستحيلة التي من الممكن أن تؤدى الى نمو الفكر التصميمي لطالب التربية الفنية.

-تناول الاشكال المستحيلة بأسلوب فني من خلال تطويرها واعادة انتاجها بأسلوب فني مبدع ومبتكر.

حدود البحث:

١- تقتصر حدود البحث في التعرف على بعض أنواع الاشكال المستحيلة مثل (مثلث بنروز (المثلث المستحيل)- درج بنروز (الدرج المتحيل)- المكعب المستحيل او المكعب غير العقلاني) وغيرهم من الاشكال المستحيلة التي سيستفيد منها الطلاب في تصميماتهم. والتعرف علي كيفية تنفيذهم.

٢-يقتصر الجانب العملي على إجراء تجربة طلابية بالاستفادة من أنواع الاشكال المستحيلة والاشكال الهندسية لعمل بعض التطبيقات لتصميمات من الاشكال الهندسية بالاستفادة من الاشكال المستحيلة.

واقتصرت التجربة على مجموعة عشوائية من الطلاب تتكون من ٣٠ طالب وطالبة من الفرقة الثانية بقسم التربية الفنية بكلية التربية النوعية.

منهجية البحث:

أولا الدراسة النظرية:

- المنهج الوصفي التحليلي للتعرف على بعض أنواع الاشكال المستحيلة وكيفية تنفيذها في تصميم.

-التعرف على الصياغات التصميمية للأشكال الهندسية.

ثانيا التجربة العملية:

بإتباع المنهج التجريبي حيث يقوم الباحث بتجربة عملية مستفيدا من مفاهيم وأنواع الاشكال المستحيلة لعمل تصميمات من الاشكال الهندسية.

خطوات التجربة العملية :

١- الاستفادة مما توصل إليه الباحث في الإطار النظري ، واستخلاص ما ينطوي عليه الاشكال المستحيلة للاستفادة منها في إيجاد حلول تصميمة بأسلوب فني من خلال الاشكال الهندسية.

٢- وتعتمد الحلول التصميمة علي المداخل التالية:

- **انواع الاشكال المستحيلة:**

أ-المثلث المستحيل

ب-الدرج المستحيل

ج-المكعب المستحيل

د- الاشكال المستحيلة المركبة

٢- ويعتمد الباحث على هذه المداخل في التجربة البحثية :

-المعالجة التصميمية باستخدام الاشكال المستحيلة التي من الممكن أن تؤدى الى نمو الفكر التصميمي لطالب التربية الفنية لصياغة تصميمات مبتكرة.

-المعالجة الفنية بالاستفادة من الاشكال الهندسية في التصميم.

ثالثا : استخلاص النتائج والتوصيات بناء على الدراسة النظرية والتجربة العملية.

التجربة العملية:

اعتمد منهج التجربة على المنهج التجريبي الوصفي من حيث اشتماله على التجربة الميدانية المنفذة على عينة من طلاب الفرقة الثانية بقسم التربية الفنية بكلية النوعية جامعة بورسعيد ٢٠٢٣/٢٠٢٤

اعتمد الباحث المنهج التجريبي في تدريب الطلاب علي التفكير علي المعالجة الهندسية للشكل من خلال الاشكال الهندسية مستفيدا من الاشكال المستحيلة، و وتنفيذ تصميمات تتسم بالحس الفني، وتأهيل طلاب المرحلة الثانية على التفكير الفني والتجريب وايجاد حلول تصميمة من خلال الاستفادة من الاشكال المستحيلة لتنمية المهارات التصميمية ، ومستفيد من الاشكال الهندسية وترابطها مع الاشكال المستحيلة لتأهيله للإبداع الفني.

استفادة الطالب من خلال تعلم الاشكال المستحيلة وتنفيذها في تصميم هندسي .

استفادة الطلاب من الاشكال المستحيلة والهندسية في بناء تصميم هندسي وتنوع المساحات من خلال الاشكال الهندسية المختلفة وصياغة تصميمات بأسلوب جديد.

الخطوات الإجرائية للتجربة الطلابية.

عينة الدراسة التي خضعت للتجربة العملية:

تم اختيار عينة مكونة من 30 طالب وطالبة من طلاب الفرقة الثانية بكلية التربية النوعية قسم التربية الفنية للعام الدراسي ٢٠٢٣/٢٠٢٤

تجري التجربة على مرحلتين: قبل التدريس وفيها يجري قياسا، ثم بعد التدريس وفيها يجري قياسا بعديا.

المداخل التي اعتمد عليها الباحث في التجربة الطلابية:

أولا المدخل النظري

ويستعرض هذا البحث مفهوم الأشكال المستحيلة، أمثلة شهيرة لها، وتفسيراتها العلمية.

ثانيا الفلسفي والتعبيري:

تقوم فلسفة التجربة على اكساب الطلاب بعض المهارات الفنية لابتكار صياغات تصميمة جديدة، وذلك من خلال الاستفادة من الاشكال المستحيلة وتحليلها وتداخلها مع الاشكال الهندسية في تصميم.

وفيما يلي نتناول أولا الاشكال المستحيلة.

الأشكال المستحيلة هي شكل من أشكال الوهم البصري تتكون من مجموعة من المقاطع الممكنة والمتصلة بطريقة ما لتشكيل بنية كلية غير متسقة.[1]

الأشكال المستحيلة : هي تلك التي يمكن رسمها بمنظور في بعدين، ولكن لا يمكن أن توجد في العالم المادي. ومن الأمثلة المعروفة مثلث بنروز درج بنروز، والرمح الثلاثي المستحيل". للفنان الهولندي موريتس إيشر (١٨٩٨) (١٩٧٢)

المقدمة:

الأشكال المستحيلة (Impossible Figures) هي رسوم أو تصاميم تبدو ثلاثية الأبعاد للوهلة الأولى، لكنها تحتوي على تناقضات هندسية تجعلها غير قابلة للوجود في الواقع المادي. تعتمد هذه الأشكال على خداع البصر من خلال توظيف قواعد المنظور والهندسة بطرق متناقضة، مما يخلق إدراكًا بصريًّا مُربكًا. تُستخدم هذه الأشكال بكثافة في الفنون البصرية وعلم النفس الإدراكي لدراسة آلية تفسير الدماغ للمعلومات المرئية.

تاريخ وتطور الأشكال المستحيلة :

ظهرت الأشكال المستحيلة في الفنون القديمة، لكنها تبلورت كموضوع بحثي في القرن العشرين. من أبرز المساهمين :

* –روجر بنروز :(Roger Penrose) قدم الشكل الثلاثي المستحيل (Penrose Triangle) عام ١٩٥٨ في ورقة بحثية نُشرت في المجلة البريطانية لعلم النفس، واصفًا إياه بـ"الشكل الذي يتحدى قوانين الهندسة الإقليدية ".

* –إم. سي. إيشر :(M.C. Escher) فنان هولندي استخدم الأشكال المستحيلة في أعماله مثل "الصعود والنزول" (١٩٦٠)، التي تعتمد على درج بنروز .(Penrose Stairs)

أنواع الاشكال المستحيلة:

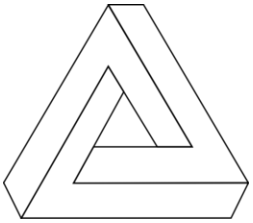
المثلث المستحيل (Penrose Triangle)

ابتكر الفنان الجرافيكي السويدي أوسكار رويترزفارد (١٩١٥–٢٠٠٢) المثلث المستحيل (المعروف أيضًا باسم مثلث بنروز أو مثلث المستحيل). ابتكره عام ١٩٣٤، وهو في الثامنة عشرة من عمره. وشاعه ليونيل شاربلز بنروز (١٨٩٨–١٩٧٢)، وهو طبيب نفسي وعالم وراثة ورياضي بريطاني. نشر بنروز وهذا الوهم في المجلة البريطانية لعلم النفس عام ١٩٥٨.[2]

[1] Taylor, Ben: Modeling and Rendering Three-Dimensional Impossible Objects-DOCTOR OF PHILOSOPHY-Bangor University-2020-p1

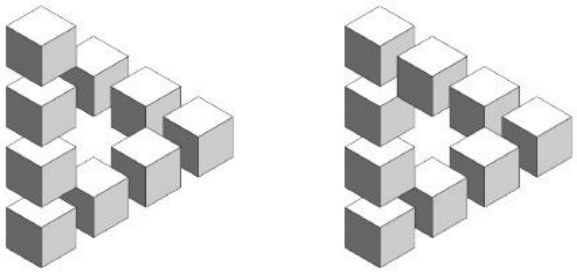
[2] Penrose, L. S. and Penrose, R., 1958. Impossible objects: A special type of illusion. British Journal of Psychology, 49, pp.31-33

مثلث بنروز شكلٌ مستحيل (أو شيءٌ مستحيل أو شكلٌ غير قابلٍ للتجسيم): فهو يُصوّر شيئًا لا يُمكن وجوده. من المستحيل وجود المثلث المستحيل لأنه لكي يوجد، يجب انتهاك قواعد الهندسة الإقليدية.



شكل (١)[1] ثلاثة أعمدة متصلة بزوايا قائمة، لكنها تشكل حلقة مغلقة مستحيلة هندسيًا.

يدعي هذا الشكل بمثلث بانروز ان هذا الشكل الهندسي لا يمكن تحقيقه الا عن طريق الرسم علي الورق ببعدين هندسيين اثنين ويستحيل تجسيده في الواقع بثلاث ابعاد، فهو شكل من اشكال الخدع الهندسي.[2]

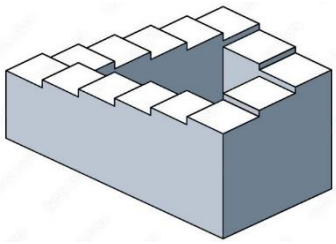


شكل (٢)[3] مستحيل غير مستحيل

قام ريتشارد جريجوري (١٩٦٨) بإنتاج جسم خشبي يبدو وفقط عندما، ينظر إليه من موضع واحد في الفضاء يبدو وكأنه مثلث حقيقي ثلاثي الأبعاد مستحيل، لكنه في الحقيقة مجرد ثلاثة دعامات من الخشب المتصل كما يمكن للمرء أن يراه عندما ينظر إليه من زوايا أخرى:

شكل (٣)[4] ريتشارد جريجوري (١٩٦٨) قام بإنتاج جسم خشبي يبدو وفقط عندما، ينظر إليه من موضع واحد في الفضاء يبدو وكأنه مثلث حقيقي ثلاثي الأبعاد مستحيل.

فلا يمكن تطبيق المثلث المستحيل في الواقع وعند تطبيقه يكون ليس مكتملا ويعتمد علي النظر اليه من زاوية رؤية محددة .



درج بنروز (Penrose Stairs):

درج يُظهر سلالم تصعد أو تنزل بشكل لا نهائي دون تغيير مستوى ارتفاعها .

شكل (٤)[5] درج بنروز.

[1] https://www.i2clipart.com/clipart-impossible-triangle-3d70

[2] خلود عبدالله احمد العيد : الابعاد الجمالية للشكل الهندسي في تقنيات الظواهر البصرية وتوظيفها في العمارة الداخلية- المجلة العلمية بحوث في العلوم والفنون النوعية : العدد الخامس عشر/ المجلد الأول – يونيو ٢٠٢١ص٢٥

[3] Alasdair McAndrew- Jacob A. C. Baker: The geometry of impossible _gures - Proceedings of the 25th Asian Technology Conference in Mathematics- P122

[4] Gregory R. L., 1968. Perceptual illusions and brain models. Proc. R. Soc. Lond. B 171, 179 - 196.

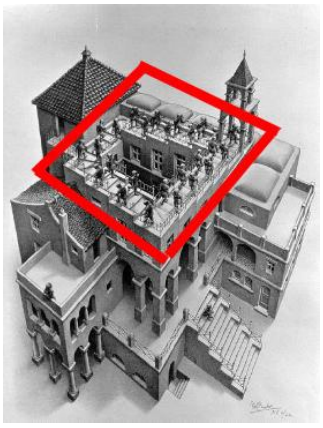
[5] https://stock.adobe.com/eg/images/penrose-stairs-impossible-staircase-optical-illusion-also-penrose-steps-impossible-object-two-dimensional-depiction-of-a-staircase-forming-a-continuous-loop-illustration-over-white-vector/214282460

امتد استخدام هذه الأجسام المستحيلة إلى ما هو أبعد من اللوحات والرسومات الثابتة ثنائية الأبعاد، حيث ظهرت أمثلة في كل من الأفلام وألعاب الفيديو. ومن الأمثلة المبكرة على ذلك فيلم "المتاهة" لعام ١٩٨٦، الموضح في الشكل () ، حيث تظهر الشخصيات وهي تستكشف قلعةً تحتوي على مجموعة متقنة من السلالم مستوحاة من عمل إيشر الفني "النسبية" (الشكل).

شكل (٥)١ المتاهة (لقطة من الفيلم)، إخراج جيم هينسون، ١٩٨٦

شكل (٦)٢ النسبية للفنان ايشر Relativity, M. C. Escher, 1953

وقد استخدم درج بنروز المستحيل في عمل ايشر الفني الصعود والهبوط .



شكل (٧)٣ الصعود والهبوط Ascending and Decendin للفنان ايشر M. C. Escher, 1960

وفي فيلم "بداية" لعام ٢٠١٠، نرى مثالاً للشخصيات وهي تعبر مجموعة من السلالم المستحيلة. ولتحقيق هذا التأثير، كُلِّف صانعو الفيلم بمحاكاة السلالم المستحيلة في العالم الحقيقي. ورغم أنه قد يبدو أن هذه الأشكال المستحيلة لا يمكن أن توجد فعليًا في الفضاء ثلاثي الأبعاد، إلا أنه يمكن محاكاتها من خلال الاستخدام الذكي للمنظور القسري والتقطيعات المخفية .

شكل (٨)بداية (لقطة من الفيلم)، إخراج كريستوفر نولان، ٢٠١٠

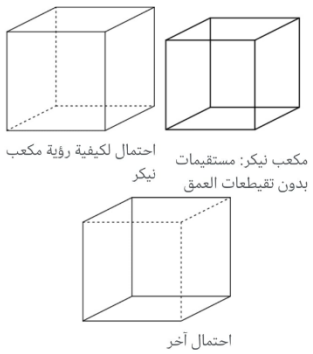
[1] Taylor, Ben: Modeling and Rendering Three-Dimensional Impossible Objects-DOCTOR OF PHILOSOPHY-Bangor University-2020-p16

[2] https://arthive.com/escher/works/200179~Relativity

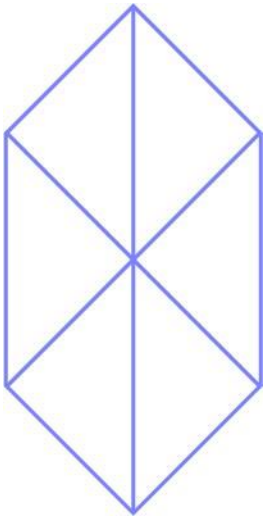
[3] https://en.m.wikipedia.org/wiki/Ascending_and_Descending

مكعب نيكر necker cube

مكعب نيكر (Necker cube) هو خداع بصري يُعتبر من أشهر أمثلة الخداع الأيزومتري متساوي القياس. نُشر عنه لأول مرة باعتباره شكل معيني في ١٨٣٢ من قبل السويسري لويس ألبرت نيكر. يُشاهَد هذا الشكل مكعبا ثلاثي الأبعاد، ولكن المنظور الظاهري لهذا المكعب يظهر متغيرا كل بضع ثوان. فلا بد أن يقابل هذا التناوب شيء ما يحدث في الدماغ. [1]



شكل (٩)٢ لمكعب نيكر واحتمالات الرؤية.

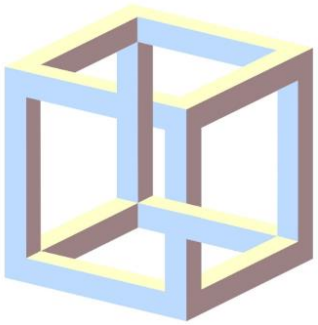


هناك نسخة أخرى من مكعب نيكر تبدو للوهلة الأولى كشكل ثنائي الأبعاد، ولكن يمكن رؤيتها أيضًا كمكعب ثلاثي الأبعاد، كما هو موضح .هناك جدل حول آلية عمل الشكل الغامض لمكعب نيكر. من المتفق عليه عمومًا أن الصورة الشبكية ثابتة عند تجربة الوهم، ولكن ما لا يُتفق عليه هو ما إذا كانت التجربة البصرية للمكعب تتغير عند حدوث تغيير منظور الرؤية، وأن التغير ينتج عن الخبرة البصرية والذاكرة البصرية أو عملية ذهنية أخرى.[3]

شكل (١٠)٤ نسخة مختلفة لمكعب نيكر.

المكعب المستحيل: impossible cube

المكعب المستحيل هو شكل مستحيل (أو شيء مستحيل أو شكل غير قابل للحل): يُصوّر شيئًا لا يُمكن وجوده. من المستحيل وجود المكعب المستحيل لأنه لكي يوجد، يجب انتهاك قواعد الهندسة الإقليدية. فتُمثَّل أجزاء المكعب على أنها في مقدمة المكعب وخلفه في آنٍ واحد.



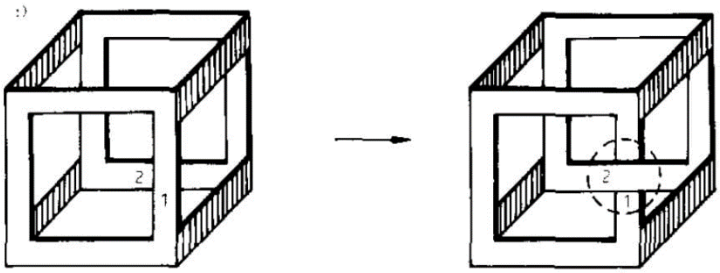
شكل (١١) المكعب المستحيل.

[1] Necker, L.A. (1832). "Observations on some remarkable optical phaenomena seen in Switzerland; and on an optical phaenomenon which occurs on viewing a figure of a crystal or geometrical solid". London and Edinburgh Philosophical Magazine and Journal of Science. :٥ ع. ١ ج– p329

[2]https://ar.m.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%83%D8%B9%D8%A8_%D9%86%D9%8A%D9%83%D8%B1

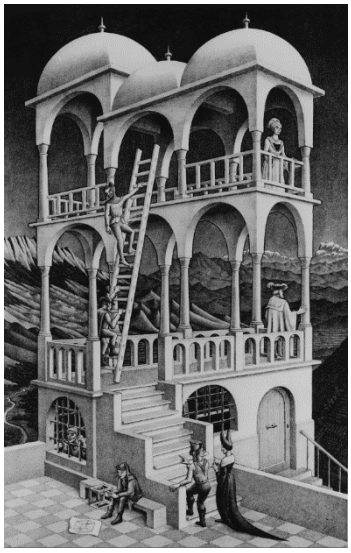
[3] Silins, N., 2015. Perceptual Experience and Perceptual Justification. In: Zalta, E. N., ed. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Metaphysics Research Lab, CSLI, Stanford University.
Macpherson, F., 2006. Ambiguous figures and the content of experience. Noûs 40 (1):82-117

[4] https://www.illusionsindex.org/i/necker-cube



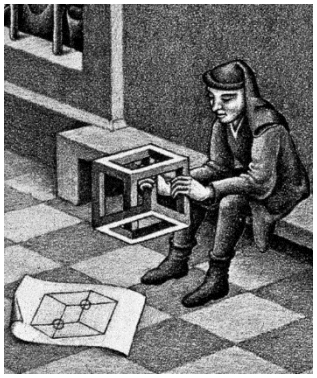
شكل (١٢) يوضح الفرق بين المكعب المستحيل وغير المستحيل.

المكعب المستحيل أو المكعب غير العقلاني هو أحد الأشكال المستحيلة، والذي صوّره الفنان ايشر عبر مشهد لطفل يجلس أسفل بناية حاملا مكعبا مستحيل. ويستند باقي المشهد على نفس المبدأ، حيث يمتد سلم من داخل الطابق الأول ويؤدي إلى خارج الثاني.



أُبدع المكعب المستحيل على يد الفنان الجرافيكي الهولندي موريتس كورنيليس إيشر (١٨٩٨-١٩٧٢)، كجزء من عمله الفني "بلفيدير" ، الذي يضم مجموعة متنوعة من الشخصيات المستحيلة.

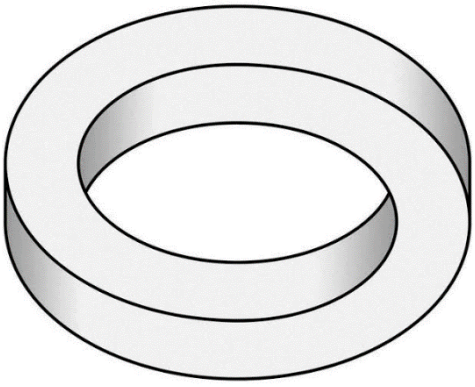
شكل (١٣)[1] تكبير للوحة "بلفيدير" عام ١٩٥٨ يظهر المكعب المستحيل بيد طفل، والنسخة الأصلية موجودة الآن في المعرض الوطني الكندي في أونتاريو.



شكل (١٤) مشهد لطفل يجلس أسفل بناية حاملا مكعبا مستحيل.

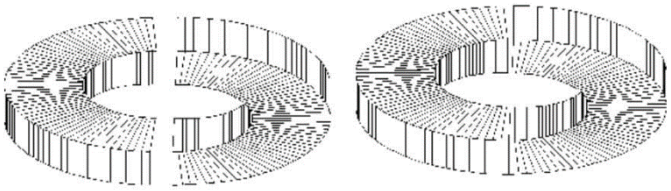
الدائرة المستحيلة :

شكل (١٥)[2] الدائرة المستحيلة



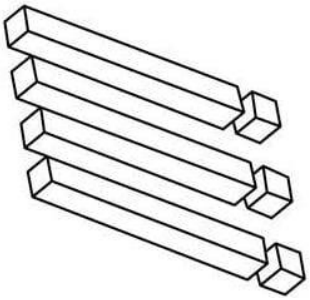
يوفر استخدام الأنصاف المتكاملة طريقة منهجية لبناء أشكال مستحيلة. يقدم كل نصف متكامل " للجسم. أي أن النصفين المتكاملين يمثلان منظورين للجسم من اتجاهين مختلفين ، يمتلك النصفان العدد المناسب من نهايات الخطوط للسماح لهما بالانضمام

[1] https://www.illusionsindex.org/i/belevedere
[2] https://www.xp-pen.com/blog/how-to-draw-optical-illusions.html



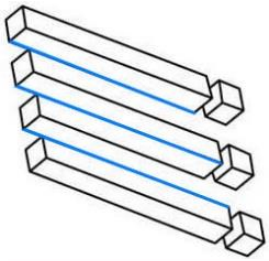
شكل (١٦) بناء الدائرة المستحيلة من خلال الانصاف المتكاملة.

القضبان المستحيلة: Impossible bars

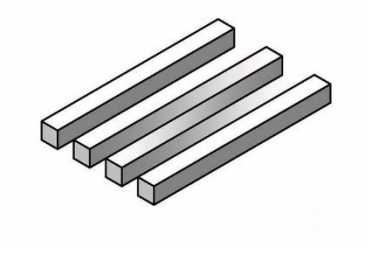


يعتمد كليًا على رؤيتك ومنظورك. إذا نظرت إلى الصورة من أسفل اليمين فسترى ثلاثة أشرطة فقط. أما إذا نظرت إليها من اعلي اليسار، فسترى أربعة أشرطة. لذا فإن حل هذا الوهم البصري المُعقّد يعتمد كليًا على منظورك فقط.

شكل (١٧)[1] القضبان المستحيلة.



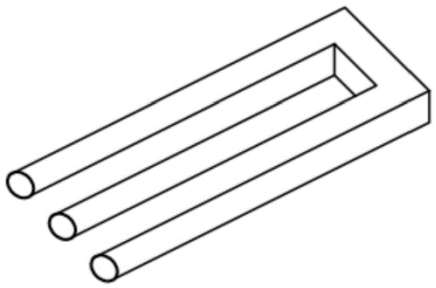
شكل (١٨) نهاية خط الاطراف الزرقاء يستخدم مرتين كما هو موضح



شكل (١٩) يوضح تظليل القضبان المستحيلة

الرمح الثلاثي المستحيل (Impossible trident)

ابتكر عالم النفس الأمريكي د. هـ. شوستر شخصية الرمح الثلاثي الشعب المستحيل، مستندًا إلى إعلان رآه في مجلة طيران. نُشرت الشخصية لأول مرة في المجلة الأمريكية لعلم النفس عام ١٩٦٤ .٢



الرمح الثلاثي الشعب المستحيل هو شكل مستحيل (أو شيء مستحيل أو شكل غير قابل للحسم): فهو يصوّر شيئًا لا يُمكن وجوده. من المستحيل وجود الرمح الثلاثي الشعب المستحيل لأنه لكي يوجد، يجب انتهاك قواعد الهندسة الإقليدية. على سبيل المثال، يبدو أن الرمح الثلاثي الشعب له طرفان فقط في أحد طرفيه، بينما يحتوي الطرف الآخر على ثلاثة أطراف في آن واحد.٣

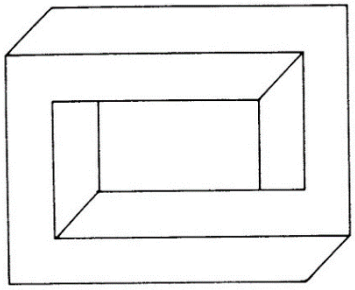
شكل (٢٠)[1] الرمح الثلاثي المستحيل.

[1] https://www.shutterstock.com/search/impossible-fork

[2] Schuster, D. H. 1964. A New Ambiguous Figure: A Three-Stick Clevis. American Journal of Psychology, 77, p.637.

[3] Alasdair McAndrew- Jacob A. C. Baker: The geometry of impossible figures - Proceedings of the 25th Asian Technology Conference in Mathematics- P115

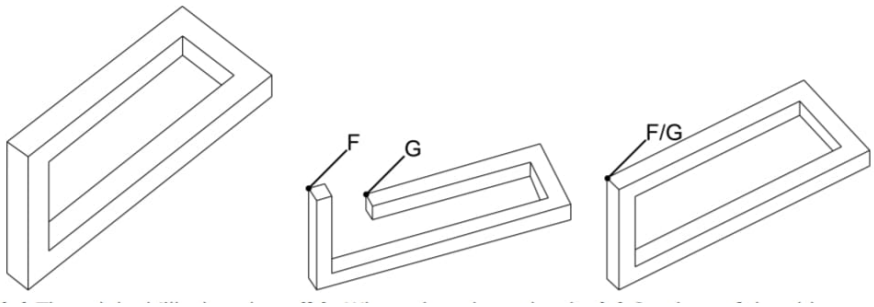
الشكل الرباعي المستحيل :



شكل(٢١) رباعي مستحيل

لتنفيذ شكل رباعي مستحيل ثلاثي الابعاد :

الاستمرارية البصرية للخطوط المتصلة. اقترح سافرانسكي وآخرون.[٢]نهجًا مشابهًا لنمذجة اشكال ثلاثية الأبعاد تبدو مستحيلة من خلال تحويلات إلى أقسام ممكنة وغير متصلة، مما يخلق وهمًا بنموذج ثلاثي الأبعاد متصل مستحيل.



(أ) (ب) (ج) شكل(٢٢)[٣]

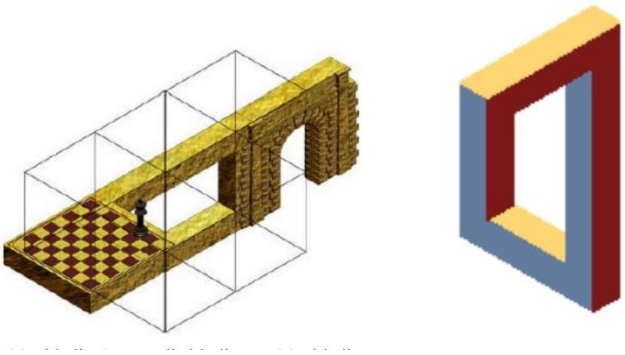
(أ) زاوية النظر الوهمية الأصلية للشكل المستحيل.

(ب) عند تغيير زاوية النظر، تصبح النقطتان F و Gغير محاذيتين.

(ج) إعادة محاذاة النقطتين F وG وإعادة خلق وهم الاستحالة.

اشكال مستحيلة تحدث التباس بين الافقي والراسي:

الاستفادة من الشكل الرباعي المستحيل في التحول من المستوي الراسي الي الافقي



شكل (٢٣)[٤] إذا تم وضع هذا الشكل مع القضبان المتوازية على الأرض، فيمكن استخدامه لتحويل المستوى الرأسي إلى أفقي. يتم تحويل المستوى الرأسي مع البوابة على يمين الرسم التوضيحي إلى مستوي افقي أيضًا رقعة شطرنج.

[1] https://www.illusionsindex.org/i/impossible-trident

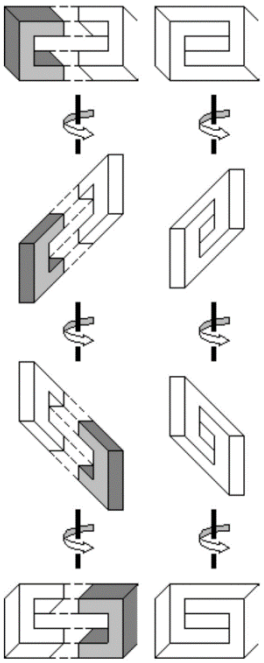
[2] G. Savransky, D. Dimerman and C. Gotsman, 'Modeling and rendering escher-like impossible scenes', Computer Graphics Forum, vol. 18, no. 2، pp. 173–179

[3] Taylor, Ben: Modeling and Rendering Three-Dimensional Impossible Objects-DOCTOR OF PHILOSOPHY-Bangor University-2020-p21

[4] Diego Uribe: A set of impossible tiles- THE THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE MATHEMATICS & DESIGN 2001- DEAKIN UNIVERSITY -GEELONG, AUSTRALIA-p20

شكل مستحيل ثلاثي الابعاد متحرك :

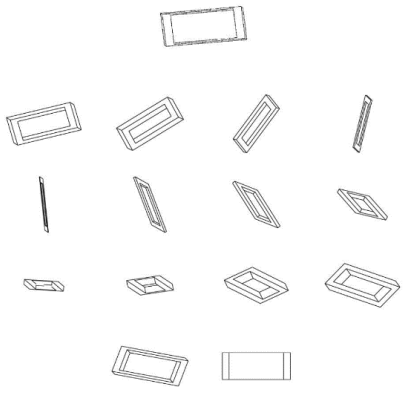
لا يمكن رؤية النماذج ثلاثية الأبعاد للأجسام المستحيلة إلا من زاوية واحدة – وإلا فلن تبدو مستحيلة. ولكن هل من الممكن إنشاء جسم مستحيل تفاعلي ، أي جسم مستحيل يمكن رؤيته من أي زاوية؟ يستكشف هذا البحث إنشاء مثل هذه الأجسام على الكمبيوتر. للسماح بمشاهدة جسم مستحيل من أي زاوية، يجب تعديل هندسته ثلاثية الأبعاد لتناسب وجهة النظر. نوضح أنه يمكن وصف فئة معينة من الأشكال المستحيلة من حيث نصفين متكاملين . يرتبط النصفان المتكاملان ببعضهما البعض من خلال تحويل عكسي في مستوى الصورة. كما يرتبطان أيضًا من خلال تحويل عكسي لرؤية السطح. يمكن تحقيق أي من النصفين المتكاملين كجسم ثلاثي الأبعاد بالهندسة المناسبة لضمان إنتاج شكل مستحيل. يمكن تحريك النموذج ثلاثي الأبعاد لأحد النصفين المتكاملين بالوسائل العادية. بمجرد إنشاء عرض عشوائي، يمكن بعد ذلك إنشاء النصف المكمل الآخر عن طريق العكس لإكمال الشكل المستحيل.



شكل (٢٤)١ تدوير المستطيل المستحيل. توضح الأشكال على الجانب الأيسر وعملية بناء الأشكال المستحيلة على الجانب الأيمن.

يوفر استخدام الأنصاف المتكاملة طريقة منهجية لبناء أشكال مستحيلة. يقدم كل نصف متكامل " للجسم. أي أن النصفين المتكاملين يمثلان منظورين للجسم من اتجاهين مختلفين ، يمتلك النصفان العدد المناسب من نهايات الخطوط للسماح لهما بالانضمام بسلسة من الخطوط لإنتاج شكل مستحيل يمكن تحريكه من خلال الحاسب.

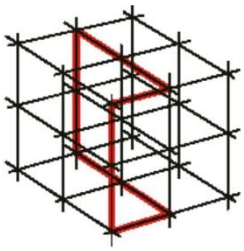
بشكل عام، يُبسط استخدام الأنصاف المتكاملة لتنفيذ شكل مستحيل إلى حد كبير بناء جسم مستحيل مماثل. ويقتصر التعديل المستمر للنموذج ثلاثي الأبعاد المطلوب مع تغيرات زاوية الرؤية، على إعادة قياس أبعاد الجسم المستخدم في نمذجة أحد الأنصاف المتكاملة. في حالة المستطيل المستحيل، يتجلى هذا التغيير الهندسي في تعديل بسيط لسمك و/أو ارتفاع أطراف التوصيل. ويُضيف هذا التعديل المستمر في هندسة النموذج ثلاثي الأبعاد جانبًا إضافيًا لاستحالة الشكل.



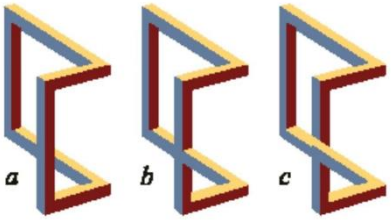
شكل (٢٥) تسلسل دوران كامل لمستطيل مستحيل. لاحظ التشويهات التي تظهر عند رؤية الجسم من الجانب مباشرةً، وعند رؤيته من الطرف القريب.

[1] Chih W. Khoh and Peter Kovesi : Rotating the Impossible Rectangle - Leonardo, June 2001, Vol. 34, No. 3, Pages 197-198

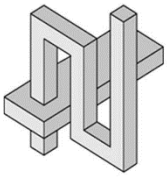
اشكال مستحيلة غير منتظمة:



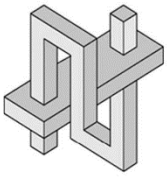
شكل (٢٦)[1]شبكة مكعبة رسم بها شكل غير منتظم على طول بعض حوافها.



شكل (٢٧)[2] انظر إلى النقطة في الرسم التوضيحي حيث يتقاطع المسار، والحافتين الأفقية والرأسية المعنيتين. تظهر ثلاثة احتمالات: أ. تمتد الحافة الرأسية أمام الحافة الأفقية، ب. تتقاطع الحافتان الرأسية والأفقية ، ج. تمتد الحافة الرأسية خلف الحافة الأفقية. باستبدال الحواف يُنتج أ شكلًا ممكنًا، بينما يُنتج ب–ج أشكالًا مستحيلة .

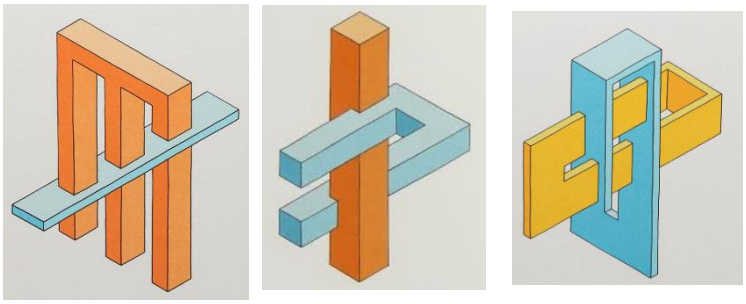


أشكال مستحيلة من خلال الجمع بين شكلين:



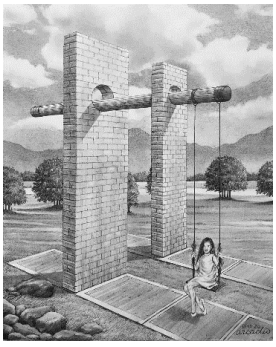
شكل (٢٨)[3] يوضح الفرق بين الشكل الغير مستحيل والشكل المستحيل من خلال الجمع بين شكلين ونري عند التغير في الشكل الأسفل تحققت الاستحالة.

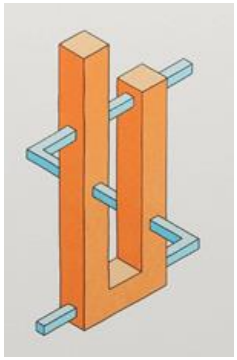
كما ويوجد العديد من الاشكال المستحيلة المبتكرة للعديد من الفنانين من خلال الجمع بين شكلين لتحقيق الاستحالة.



شكل (٢٩)[4] لأشكال مستحيلة من خلال الجمع بين شكلين. للفنان أوسكار رويترزفارد (١٩١٥–٢٠٠٢) OSCAR REUTERSVÄRD.

كما وتم الاستفادة من هذه الاشكال المستحيلة التي تتكون من خلال الجمع بين أكثر من شكل كما في اعمال الفنان أوسكار رويترزفارد. في اعمال فنية تصويرية مثل لوحة للفنان اركاديو Arcadio's.





شكل (٣٠) احد اعمال أوسكار رويترزفارد

شكل (٣١) للفنان اركاديو بعنوان الفتاة على الأرجوحة غير المؤكدة The girl on the uncertain swing

[1] https://im-possible.info/english/articles/tiles/tiles.html

[2] Diego Uribe: A set of impossible tiles- THE THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE MATHEMATICS & DESIGN 2001- DEAKIN UNIVERSITY -GEELONG, AUSTRALIA-p21

[3] NeuroImage: Representation of possible and impossible objects in the human visual cortex: Evidence from fMRI adaptation- Volume 64, 1 January 2013, Pages 689

[4] https://auctionet.com/en/3900956-oscar-reutersvard-lithographs-8-pieces-folder-impossible-combinations-signed-and

ظل الأشكال المستحيلة ثلاثية الأبعاد من خلال الحاسب الآلي:

في الأمثلة الحالية التي نشاهد فيها تصاوير لهذه النماذج ثلاثية الأبعاد المستحيلة، تُستبعد الظلال تمامًا. ومع ذلك فإن استبعاد جميع أشكال الظلال لا يُسبب مشاكل إدراكية عند عرض الصورة ، ولكن تنقل الظلال معلومات مكانية وموضعية مهمة، بل ويحد أيضًا من استخدام هذه الأجسام في المشاهد ثلاثية الأبعاد المُصاغة ولها ظلال ، فبدون ظل يبرز الجسم ولا يبدو جزءًا من المشهد. واهدف إلى تقديم طرق لتصاوير هذه الأجسام ثلاثية الأبعاد المستحيلة بتظليل وظلال مقنعة، مما يفتح المجال لاستخدامها في المشاهد ثلاثية الأبعاد الكاملة، إلى جانب المساعدة في الدراسات التي تسعي الي دراسة كيفية تأثير إدخال هذه الظلال على إدراكنا للأجسام المستحيلة.

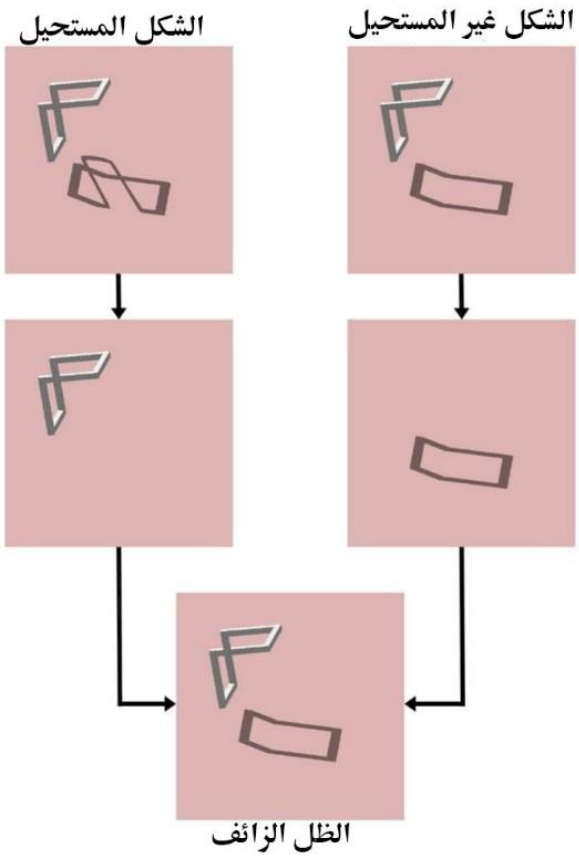
(أ) (ب) (ج)

شكل(٢٢)[1]

(أ) شكل مستحيل يُرى من منظور الوهم.

(ب) رؤية بديلة للشكل تكشف عن البنية الخفية.

(ج) الشكل المستحيل بجانب ظله التقليدي.

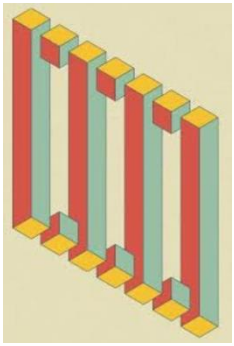


شكل (٢٣)

يوضح الشكل كيفية إنشاء مُحفِّز الظل الكاذب. نبدأ بزوج متطابق من الأجسام الممكنة والمستحيلة في نفس الاتجاه، ونستخدم الجسم المستحيل بجانب ظل الأجسام الممكنة. نجمعهما معًا لإنشاء مُحفِّز الظل الكاذب.

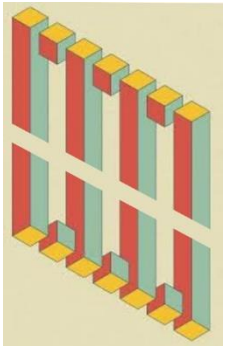
[1] Taylor, Ben: Modeling and Rendering Three-Dimensional Impossible Objects-DOCTOR OF PHILOSOPHY-Bangor University-2020-p22

الاشكال المستحيلة من خلال عكس المنظور:

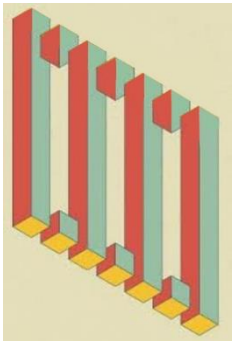


عند عكس منظور الرؤية من احد جوانب الاشكال يتحقق الشكل المستحيل.

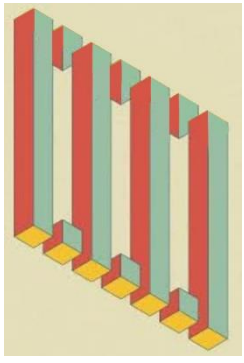
شكل (٢٤)[1] للفنان ميلوبرنت melo prints لشكل مستحيل ناتج عن عكس المنظور من احد اطراف الاشكال.



شكل (٢٥) يوضح ان الشكل الاسفل غير مستحيل والشكل الأعلى غير مستحيل وعند الجمل بين المنظورين يتكون الشكل المستحيل.



شكل (٢٦) يوضح عند عدم اخفاء المكعبات العلوية يستمر الشكل المستحيل.



شكل (٢٧) يوضح عند ازالة عكس المنظور من اعلي واخفاء المكعبات البينية ينتهي الشكل المستحيل.

كيف ينشا الشكل المستحيل:

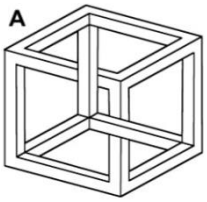
تعتمد الاشكال المستحيلة علي خداع الادراك البصري والدماغ:

الشكل المستحيل هو نوع من الخداع البصري، يتكون من صورة ثنائية الأبعاد يفسرها نظامنا البصري على أنها إسقاط لجسم ثلاثي الأبعاد. ينشأ هذا الوهم بسبب تناقضات في بنية الجسم المُدرَك، والتي لا تبدو قابلة للتحقيق في العالم الحقيقي [٢].

[1] https://www.etsy.com/listing/698311738/optical-illusion-poster-impossible

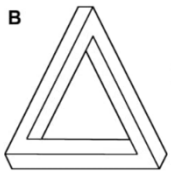
[2] Z. Kulpa, 'Putting order in the impossible', Perception, vol. 16, no. 2, pp. 201–214, 1987 (pp. 2, 18, 21).

يمكن تقسيم الأشكال المستحيلة إلى أربع فئات رئيسية [1]، حيث يُنشأ كل شكل من خلال شكل مختلف من الخداع البصري:



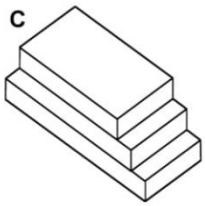
١-**تداخل العمق.** تنشأ هذه الأوهام بسبب التناقض الهيكلي لأضلاع العنصر الناتج عن عدم انتظام ترتيب العمق.

شكل (٢٨) حيث تظهر أجزاء المكعب وكأنها في الأمام والخلف في نفس الوقت.



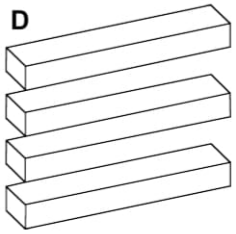
٢-**التناقضات الهندسية.** استخدام زوايا واتجاهات غير متسقة .تنتج هذه الأوهام عن اختلافات في زوايا واتجاهات الشكل ثلاثي الأبعاد، مما يؤدي إلى تناقضات في بنية الجسم الكلية. مثلث بنروز.

الشكل (٢٩)، حيث تلتقي أضلاع المثلث الثلاثة لتشكل دورة مستحيلة.



٣-**اختفاء الخطوط العمودية.** تنتج هذه الأوهام عن ظهور التواء على سطح الجسم، حيث قد يبدو السطح عموديًا على أحد الجانبين، بينما قد يبدو أفقيًا على الجانب الآخر. مما يجعل الجسم يتخذ اتجاهًا عموديًا غير متسق عبر السطح.

شكل (٣٠) السلم المستحيل، حيث ينتقل وجه أحد الجسمين تدريجيًا إلى وجه آخر.



٤- **اختفاء الفضاء.** تنتج هذه الأوهام عن عدم إغلاق صورة الجسم تمامًا.

الشكل (٣١) القضبان المستحيلة، حيث تبدو أجزاء من الجسم وكأنها تختفي تمامًا.

٥- **المنظور الخاطئ:** تقديم منظور يبدو منطقيًا للوهلة الأولى، ولكن عند التدقيق يظهر تناقضه. كما في شكل (٢٤)

٦- **التلاعب بالإضاءة والظلال:** استخدام الظلال بشكل غير طبيعي لتعزيز الوهم. كما في شكل (٢٣)

الأسس الرياضية والإدراكية للأشكال المستحيلة:

- **الهندسة المتناقضة**

تُبنى هذه الأشكال على توظيف زوايا ومنظورات متضادة في نفس الوقت، مما يخلق إيحاءً بعدم الاتساق .

- **الإدراك البصري**

وفقًا لنظريات الجشطالت(Gestalt) ، يملأ الدماغ الفراغات في الصور بناءً على الخبرة السابقة، كما و تؤكد الجشطلت "على أن هناك بنية متأصلة خاصة بالكل أو الجشطلت بحيث تميزه عن غيره وتجعل

[1] B. Ernst, Adventures with impossible figures. Parkwest Pubns, 1986- (pp. 2, 19)

منه شيئاً مميزاً ذو معنى أو وظيفة خاصة. إذ أن تغيير أي جزء من أجزائها يؤدي إلى تغير البنية أو الوظيفة أو المعنى"[١] ، مما يجعله يُدرك الشكل ككل متكامل حتى مع وجود تناقضات .

التطبيقات العملية للأشكال المستحيلة:

- **الفنون البصرية**

استخدم إيشر الأشكال المستحيلة للتعبير عن مفاهيم فلسفية مثل اللانهائية والتناقض .

- **علم النفس**

تُدرس هذه الأشكال لفهم كيفية معالجة الدماغ للمعلومات المرئية وكشف الأوهام البصرية .

- **التصميم الجرافيكي:**

وتُستوحى منها الشعارات الإبداعية، مثل شعار "ميتا" السابق الذي اعتمد على شكل مستحيل. يستوحي منها بعض المشاهد في الأفلام الخيالية.

وبالتالي فالأشكال المستحيلة ليست مجرد ألعاب بصرية، بل نوافذ لفهم حدود الإدراك البشري والتفاعل بين الفن والعلم. تُظهر كيف يمكن للرياضيات أن تُترجم إلى جماليات فنية، وتكشف عن تعقيدات آلية عمل الدماغ في تفسير العالم المرئي.

كما انها ذات طبيعة نفسية من خلال المنظور والرؤى التي قدمتها هذه الأشكال لفهم الإدراك البصري البشري.

التجربة الطلابية

المرحلة الأولي قبل التدريس (القبلية)

يقوم الباحث في هذه المرحلة بعمل قياس لمستوي الطلاب من خلال تصميم فني موحد اعتمادا على خبرتهم الفنية السابقة وعن رؤيتهم لتصميمات الاشكال الهندسية وصياغته بالألوان، وذلك بدون توجيه او ارشاد لإعطاء طلاب العينة الفرصة للتعبير بهدف اكتشاف وتقييم المحتوي بالنسبة لخبرتهم الفنية قبل الدخول في تدريس المحتوي .

ضوابط التجربة:

يحكم التجربة العديد من الضوابط وهي:

- **الموضوع: تصميم هندسي (يحتوي علي اشكال هندسية)**
- **المجال التشكيلي: تصميم بالألوان الجواش مساحة ٢٠x٢٠**
- **حجم العينة: ٥٤ طالب وطالبة من الفرقة الثانية قسم التربية الفنية كلية التربية النوعية**
- **حدود القياس:**

الحدود الزمنية لإجراء التجربة: محاضرتين وسكشنين خلال أسبوعان.

الحدود المكانية: مدرج التصميم بقسم التربية الفنية.

- **الهدف من القياس: قياس مستوي الطلاب وتقيم خبراتهم التصميمية الحالية بالألوان .**

[١] عماد عبد الرحيم الزغلول (٢٠١٢): مبادئ علم النفس التربوي ط٢، دار الكتاب الجامعي، العين- دولة الإمارات العربية المتحدة-ص١٣٣

- **المطلوب من الطالب: أن يقوم الطالب بتنفيذ تصميم هندسي من خلال خبراته في مجال التصميم الفني ومراعاة تناول التصميم للأشكال الهندسية في مساحة ٢٠x٢٠ سم.**

الفترة الأولي (المحاضرة الأولي)

الموضوع: رؤية فنية لتصميم هندسي من الاشكال الهندسية وتنفذيه.

الاهداف: – ان يتعرف على الاشكال الهندسية البسيطة من خلال مشاهدة الوسائل.

– ان ينفذ تصميم هندسي من اشكال هندسية بالرصاص من خلال رؤيته البصرية للوسائل التعليمية.

– ان يراعي عناصر التصميم والقيم الجمالية.

الخامات والأدوات: اسكتش كانسون مساحة ٢٥x٣٥ سم ، ورق ابيض ،قلم، ممحاة.

الوسائل التدريسية المعاونة: صور اشكال هندسية.

المحتوي الدراسي: شرح للطلاب نبذه عن التصميم والاشكال الهندسية.

التأكيد على أسس التصميم الفني من خط ومساحة ومراعاة القيم الجمالية في العمل الفني ودورها في بناء تصميم فني.

النشاط الطلابي: تقتصر هذه الفترة علي "محاضرة وسكشنين" لتصميم الموضوع بالرصاص. يمارس الطلاب نشاطهم يترك لهم حرية التصميم من منظورهم الخاص في معالجة الشكل والأرضية.

التقييم: من خلال تنفيذ الطلاب للموضوع، تمكن الباحث من خلال التطبيق العملي والمناقشة من الالمام مبدئيا بالخبرات الفنية للطلاب.

الفترة الثانية (سكشن)

الموضوع: تناول الألوان الساخنة والباردة في تلوين الاشكال الهندسية.

الاهداف: من خلال المقابلة يحدد الباحث الخبرة اللونية للطلاب ومن خلالها:

- يتعرف الباحث علي قدراتهم في استخدام الألوان الجواش والتدريج اللوني وتناسق الالوان.

الخامات والادوات: استخدام ألوان الجواش والفرش بمقاسات مختلفة

الوسائل التدريسية المعاونة: صور للألوان الساخنة والباردة.

البيان العملي:

يكتفي الباحث بتزويد الطلاب بالمعرفة بالألوان في تكوين التصميم من عناصر وخلفية.

النشاط الطلابي: يمارس الطلاب نشاطهم يترك لهم حرية التلوين بأسلوبهم.

التقييم: من خلال متابعة أداء الطلاب ظهر عدم المام الطلاب بالتدريج اللوني وعدم تجاور الالوان.

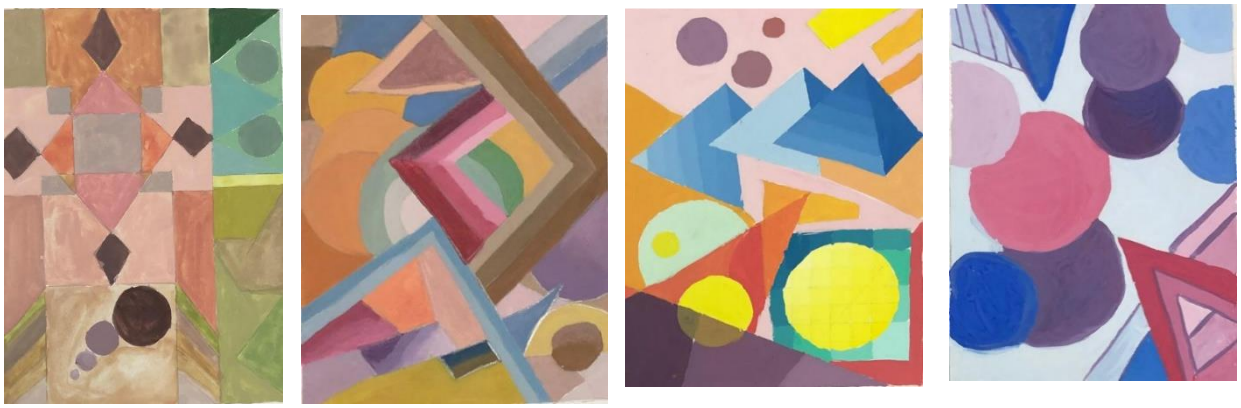
نتائج المرحلة الأولي للتجربة (القياس القبلي)

بالرغم من تنفيذ تصميمات لأشكال هندسية الا انها جاءت تقليدية وبها قصور في البناء التصميمي والالوان، لذلك تتلخص نتيجة التجربة في التالي:

- اعتمد الطلاب تنفيذ الاشكال بطريقة متجاورة دون ترابط . ودون صياغة للشكل.
- افتقد العديد من الطلاب الي ترابط الاشكال الهندسية والافتقار الي بنائية الشكل التصميمي.
- افتقار العديد من التصميمات الي التلوين بدقة
- قصور بعض التصميمات في صياغة الاشكال.
- افتقارهم الي تحليل التصميم وترتيب العناصر، وتنفيذ التصميم بطريقة تقليدية تفتقد للابتكار.
- عدم مراعاة التدريج اللوني والألوان المتجاورة.

التجربة القبلية :

شكل رقم(٣٣) تصميم ١-٢-٣-٤ من التجربة القبلية القبلية.



شكل رقم(٣٣) تصميم ٥-٦ -٧ -٨ من التجربة القبلية

شكل رقم(٣٤) تصميم ٩-١٠-١١-١٢ من التجربة القبلية

شكل رقم(٣٥) تصميم ١٣-١٤-١٥-١٦ من التجربة القبلية

شكل رقم(٣٦(تصميم ١٧-١٨-١٩-٢٠ من التجربة القبلية

شكل رقم(٣٧) تصميم ٢١-٢٢-٢٣-٢٤ من التجربة القبلية

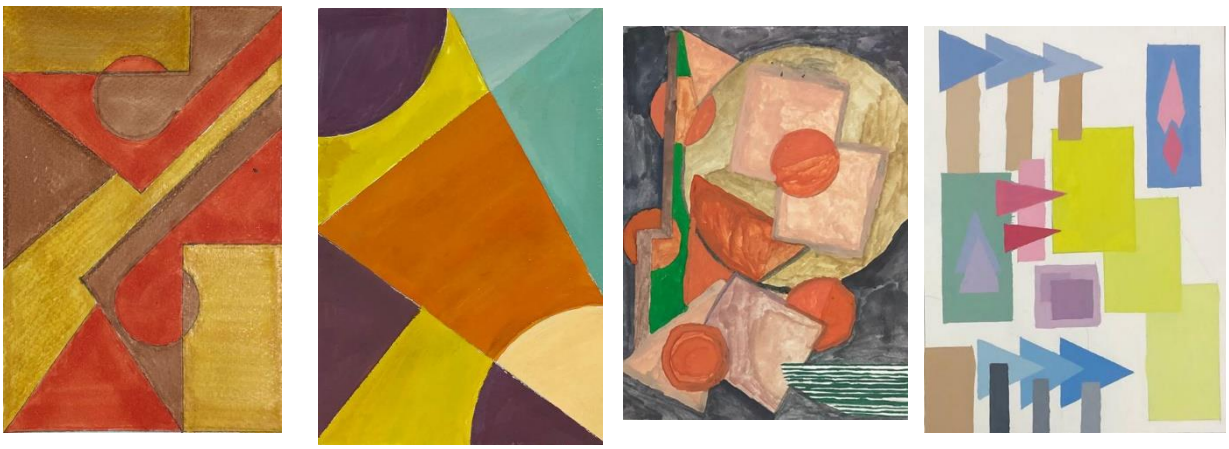
شكل رقم(٣٨) تصميم ٢٥-٢٦-٢٧ -٢٨ من التجربة القبلية

شكل رقم(٣٩) تصميم ٢٩-٣٠-٣١-٣٢ من التجربة القبلية

شكل رقم(٤٠) تصميم ٣٣-٣٤-٣٥-٣٦ من التجربة القبلية

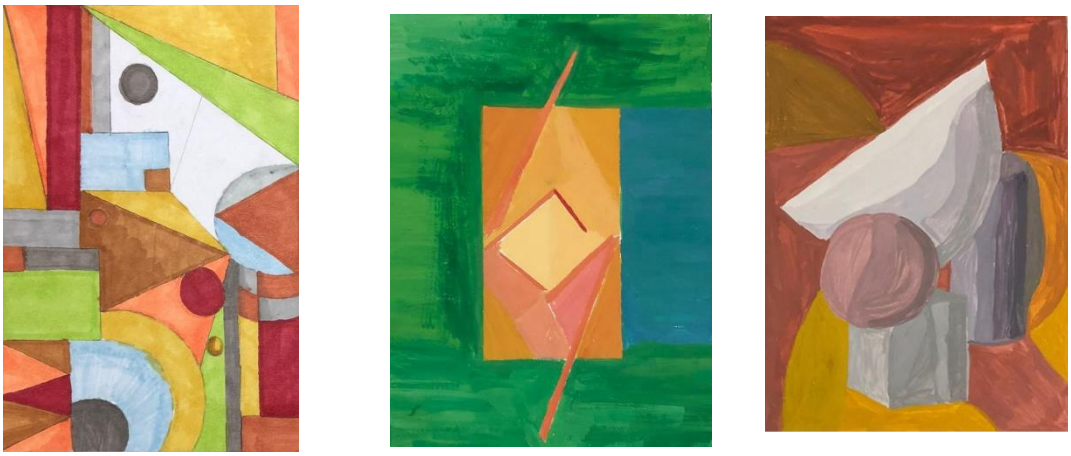
شكل رقم(٤١) تصميم ٣٧-٣٨-٣٩-٤٠٢٤ من التجربة

شكل رقم(٤٢) تصميم ٤١-٤٢-٤٣-٤٤ من التجربة القبلية



شكل رقم(٤٣) تصميم ٤٥-٤٦-٤٧-٤٨ من التجربة القبلية

شكل رقم(٤٤) تصميم ٤٩-٥٠-٥١ من التجربة القبلية



شكل رقم(٤٥) تصميم ٥٢-٥٣-٥٤ من التجربة القبلية

ثانيا المرحلة الثانية "بعد التدريس

يقوم الباحث بعمل قياس بعدي لمستوي الطلاب في صياغة تصميم من خلال الاشكال المستحيلة لبناء تصميم هندسي ، ويقوم الباحث بتزويدهم بالمعارف النظرية والتطبيقية للأشكال المستحيلة، وبعض الانواع للأشكال المستحيلة وكيفية تكوينها.

التجربة البعدية: (ضوابط التجربة):

يحكم التجربة العديد من الضوابط وهي:

- **الموضوع:** الاستفادة من الاشكال المستحيلة وانواعها في تنفيذ تصميم هندسي.
- **حجم العينة:** ٥٤ طالب وطالبة من الفرقة الثانية بقسم التربية الفنية بكلية التربية النوعية جامعة بورسعيد.
- **حدود القياس: الحدود الزمنية:** اربع محاضرات اربع سكاشن (تطبيقية) خلال اربع اسابيع.
- **الحدود المكانية:** قاعة التصميم بقسم التربية الفنية.

الهدف من القياس:

قياس مستوي الدراسين وتقييم خبرتهم الفنية البعدية في تنفيذ تصميم بعد تدريس المحتوي الخاص بشبكات التثليث واشكالها في تحليل الشكل. والقيم الفنية والتشكيلية للفن التأثيري. وقياس مدي قدرتهم على الاستفادة من شبكات التثليث بأسلوب فني من خلال الفن التأثيري في تنفيذ تصميمات للمناظر الطبيعية.

محاضرات وسكاشن التجربة البعدية: (الفترة الأولي)

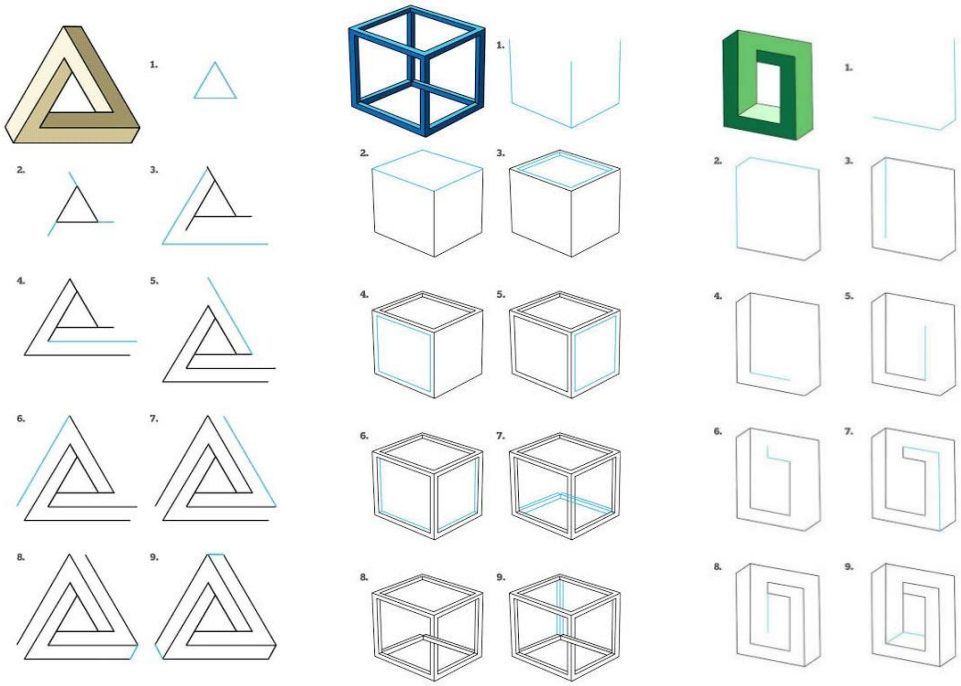
الموضوع: التعرف علي الاشكال المستحيلة وكيفية تنفيذها.

الوسائل التعليمية: عرض صور لبعض الاشكال المستحيلة وطريقة تنفيذها.

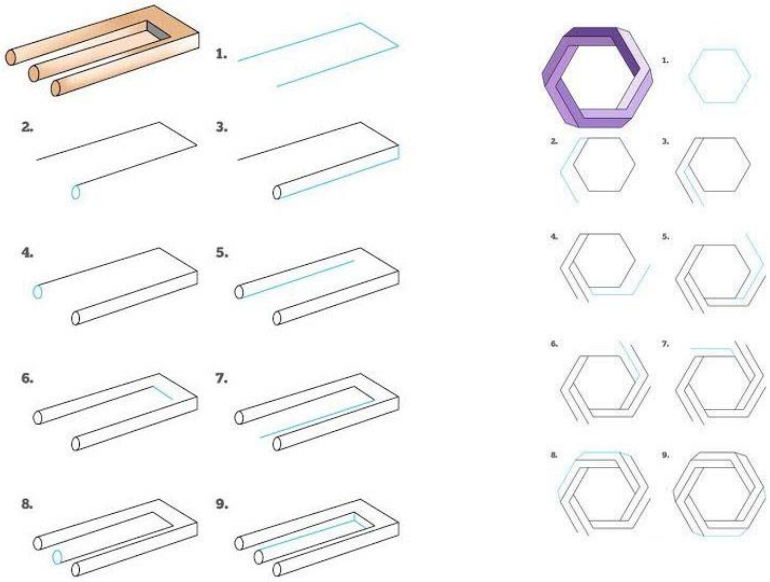
الهدف: ان يتعرف الطالب علي الاشكال المستحيلة، وكيف يمكن تنفيذها.

الإطار النظري (المحاضرة الأولي): تناولت جانب تعريفي بالأشكال المستحيلة وانواعه واشكاله المختلفة. التي يمكن الاستفادة منها في تطبيق البحث.

وتناول أولا خطوات إنشاء الاشكال المستحيلة:



شكل (٤٦) لمراحل تكوين المثلث والمربع والمكعب المستحيل



شكل (٤٧) لرسم الشكل السداسي المستحيل والرمح الثلاثي المستحيل

شكل (٤٨) لرسم الدائرة المستحيلة من اعلي رسم دائرتين ثم حدد نقطتي الشمال والجنوب للدائرة الأصغر. ونقطتين علي الدائرة الأكبر كما موضح في الشكل، ارسم منحنيين حلزونيين من هاتين النقطتين إلى الدائرة الأكبر. ثم قم بالتظليل كما هو موضح في الشكلين السفليين. وتم عرض بعض الاشكال المستحيلة الغير منتظمة والمركبة من أكثر من شكل وكيفية تنفيذهم.

الاطار العملي (في السكشن) : تم طلب منهم تنفيذ تصميم لأشكال مستحيلة.

التقويم: من خلال الجانب النظري والأداء العملي تمكن العديد من الطلاب من اجراء تجارب لأشكال مستحيلة مستفيدين من الجانب النظري.

شكل(٤٩) تجارب لأشكال مستحيلة للطلاب.

(الفترة الثانية)

الموضوع: تصميم لتداخل اكثر من شكل من الاشكال المستحيلة.

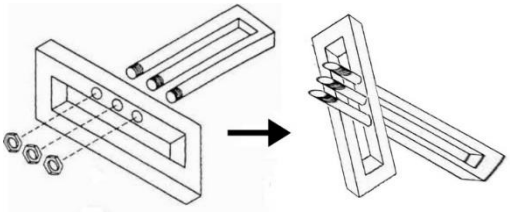
الهدف: ان يدرك الطالب الاشكال المستحيلة وكيف يمكن تداخلها مع بعضها والاستفادة منها فنيا في التصميم.

ان يتقن الطالب القدرة علي إيجاد علاقة بين الاشكال المستحيلة.

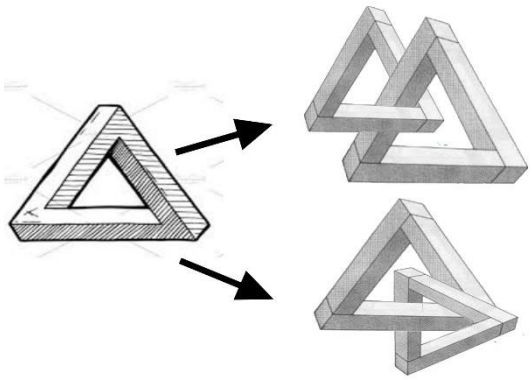
الوسائل التعليمية المعاونة: عرض صور وفيديوهات وتنفيذ بعض التداخلات من خلال برنامج الفوتشوب اما الطلاب للأشكال المستحيلة وطريقة تداخلها وترابطها مع بعضها وتنفيذها بأسلوب فني.

الإطار النظري (المحاضرة الثانية): من خلال المحاضرة السابقة عن الاشكال المستحيلة نتناول في هذه المحاضرة كيف يمكن الاستفادة من الاشكال المستحيلة وإيجاد علاقات بيها وبين بعضها مع مراعاة الجانب الفني والجمالي وعدم فقدانها لخاصية الاستحالة.

الاطار العملي (في السكشن) : يقوم الباحث بتنفيذ تداخلات لبعض الاشكال المستحيلة مع بعضها.



شكل (٥٠) من عمل الباحث لعرضه على الطلبة لدمج شكلين مستحلين مع بعضهما.

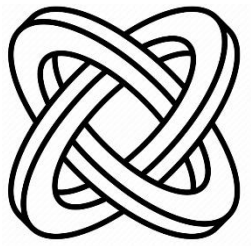


شكل (٥١) من عمل الباحث لعرضه علي الطلاب لتداخلات بين مثلثين مستحلين بطرق مختلفة.

مع مراعاة ما يلي :

- التداخلات بين الاشكال المستحيلة تراعي الجانب الجمالي للشكل.

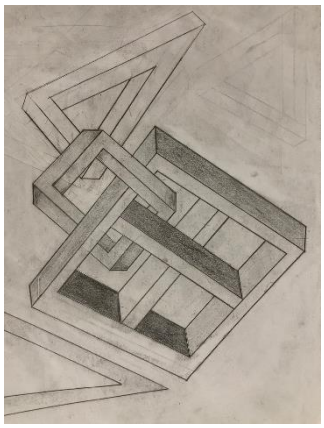
-عدد الاشكال المستحيلة المتداخلة لا تخفي استحالة الاشكال.

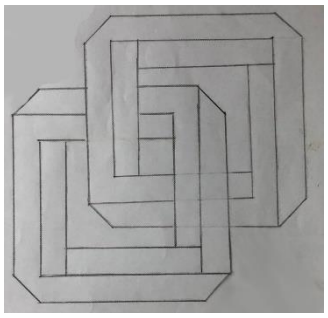


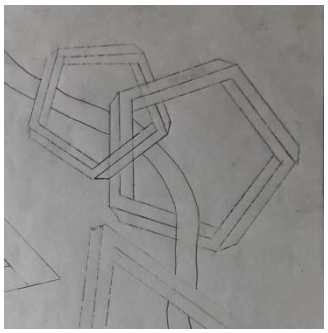
شكل (٥٢) لدائرتين متداخلتين.

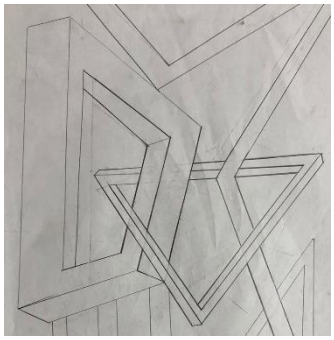
النشـــاط الطلابـــي: يطلـب مـنهم البـدء فـي تجريـب تـداخلات بـين الاشـكال المسـتحيلة، مـع مراعـاة الجانـب الجمـالي وعـدم إخفـاء اسـتحالة الاشـكال.

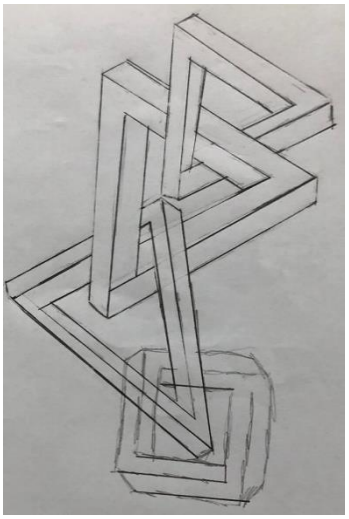
التقويم: من خلال ملاحظة ما قام به الطلاب من نشاط عملي في دمج وتداخل الاشكال المستحيلة، فقد اتقن الطلاب غي هذه المقابلة كيف يمكن الاستفادة من الاشكال المستحيلة ودمجها بطرق مختلفة.

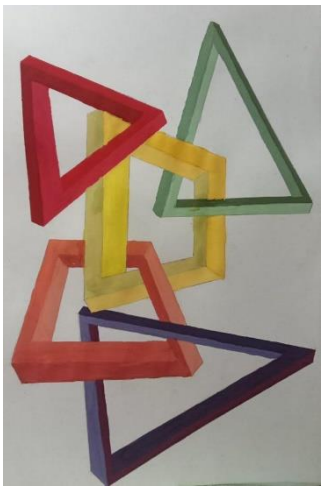










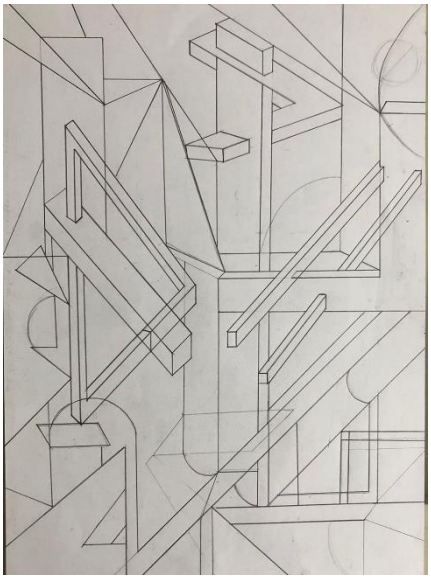


شكل (٥٣) لبعض تجارب الطلاب علي تداخل اكثر من شكل مستحيل.

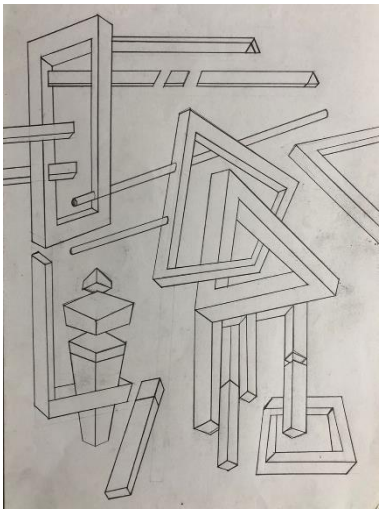
(الفترة الثالثة)

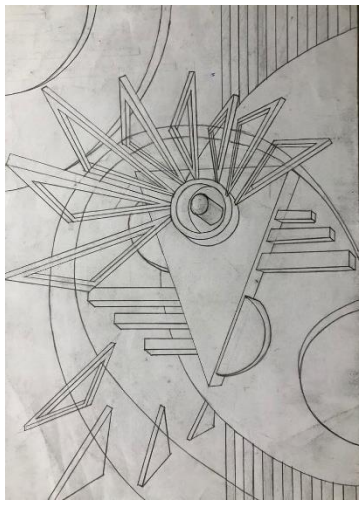
الموضوع: تصميم هندسي بالرصاص من خلال الاشكال المستحيلة.

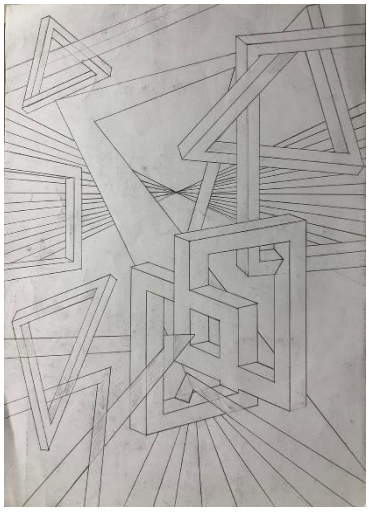
الهدف: ان يتقن الطلاب تنفيذ تصميم هندسي بالاستفادة من الاشكال المستحيلة يراعي فيه القيم الجمالية للتصميم.



الجانب النظري (المحاضرة الثالثة): من خلال ما تم عن الاشكال المستحيلة وإيجاد علاقات بين الاشكال المستحيلة نتناول في هذه المحاضرة كيف يمكن الاستفادة من الاشكال المستحيلة في تنفيذ تصميم هندسي متكامل يجمع بين الشكل المستحيل والهندسي مع عدم فقدان الشكل المستحيل لخصائصه مع مراعاة الجانب الفني والجمالي.







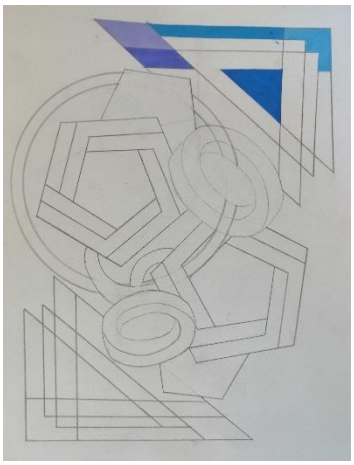
شكل (٥٤) لتصميمات بعض الطلاب لتصميم هندسي بالاستفادة من الاشكال المستحيلة بالرصاص

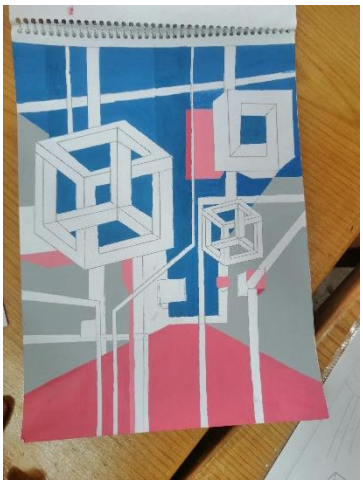
(الفترة الرابعة)

الموضوع: مراعاة الألوان في تلوين الاشكال المستحيلة لإظهارها.

الهدف: ان يتقن الطلاب تلوين الاشكال المستحيلة وتأثير الألوان على الألوان المجاورة، وكذلك الشفافية باللون.

الجانب النظري (المحاضرة الثالثة): عرض بعض من اعمال فنانين تناولوا الاشكال المستحيلة وطريقة تلوينهم مع مراعاة درجات الألوان لإظهار الشكل المستحيل وعدم طمس معالمه. تناولت التأكيد على مراعاة القيم الجمالية وخاصة التركيز على التلوين ومراعاة الألوان المتجاورة، والاستفادة من أسلوب الاشكال المستحيلة لتحقيق إظهار الشكل مع الخلفية وكيفية تنفيذ الشفافية باللون.

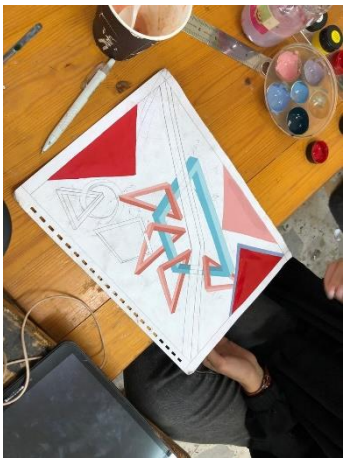




شكل (٥٥) لمرحلة تلوين التصميمات.

الجانب العملي (السكشن): يتابع الباحث تصميمات الطلاب وما توصلوا له من تصميمات للأشكال المستحيلة بأسلوب فني وتنفيذ التعديلات ويطلب منهم تلوين التصميم.

شكل (٥٦) صور **طلاب الفرقة الثانية اثناء التجربة البعدية واثناء تلوين التصميمات.**



التقـويم: مـن خـلال ملاحظـة الباحـث فقد اسـتوعب الطـلاب بنسبة كبيرة الاستفادة من الاشكال المستحيلة وتحليل الاشكال فنيا، وتنفيذ تصميم هندسي بأسلوب فني تحقيق فيها الاتزان اللوني من خلال الاستفادة من الاشكال المستحيلة والتداخلات بينها وبين بعضها وبين الشكل الهندسي الذي اعطي للتصميم طابع جذاب له ابعاد جديدة.

شكل (٥٧) اثناء مراحل تنفيذ الصلاب لتصميمات الاشكال المستحيلة وتلوينها

عرض لتصميمات التجربة البعدية:

شكل (٥٨) للتصميم رقم ١ من التجربة	شكل (٥٩) للتصميم رقم٢ من التجربة
شكل (٦٠) للتصميم رقم ٣ من التجربة	شكل (٦١) للتصميم رقم ٤ من التجربة

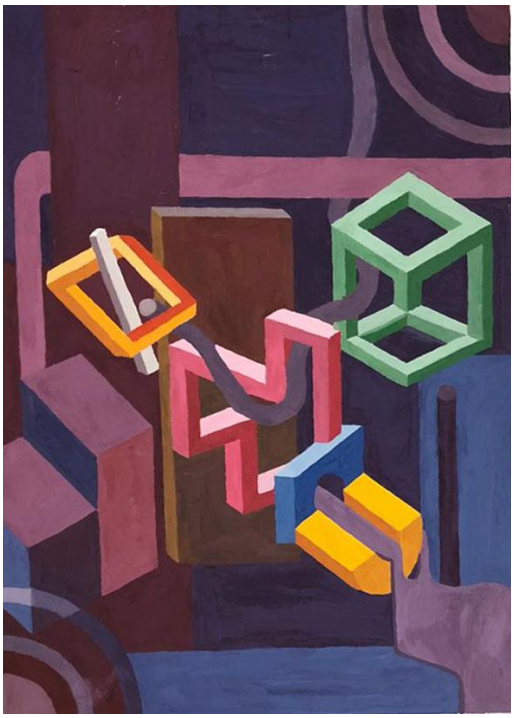
شكل (٦٢) للتصميم رقم ٥ من التجربة

شكل (٦٣) للتصميم رقم ٦ من التجربة

شكل (٦٤) للتصميم رقم ٧ من التجربة

شكل (٦٥) للتصميم رقم ٨ من التجربة

شكل (٦٦) للتصميم رقم ٩ من التجربة



شكل (٦٧) للتصميم رقم ١٠ من التجربة

شكل (٦٨) للتصميم رقم ١١ من التجربة

شكل (٦٩) للتصميم رقم ١٢ من التجربة

شكل (٧٠) للتصميم رقم ١٣ من التجربة

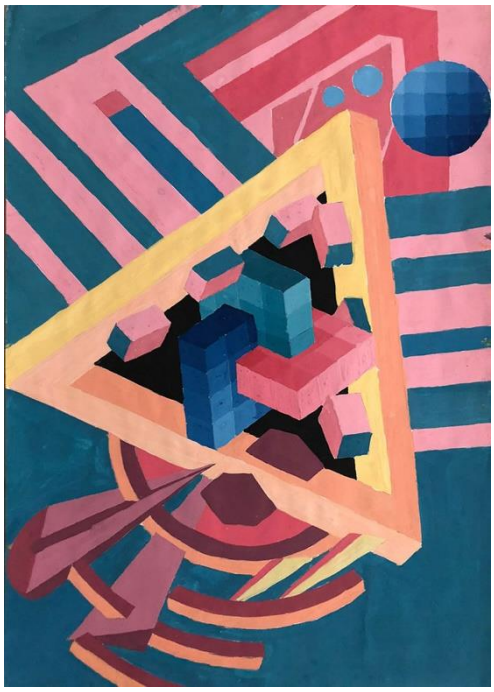
شكل (٧١) للتصميم رقم ١٤ من التجربة

شكل (٧٢) للتصميم رقم ١٥ من التجربة

شكل (٧٣) للتصميم رقم ١٦ من التجربة

شكل (٧٤) للتصميم رقم ١٧ من التجربة

شكل (٧٥) للتصميم رقم ١٨ من التجربة



شكل (٧٦) للتصميم رقم ١٩ من التجربة

شكل (٧٧) للتصميم رقم ٢٠ من التجربة

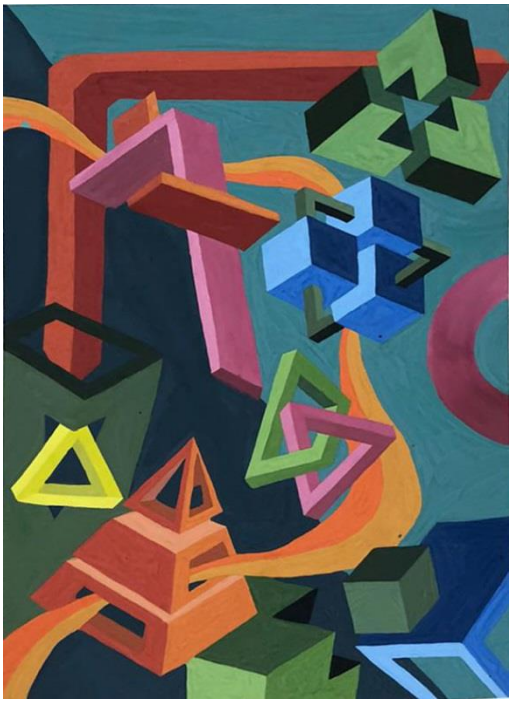
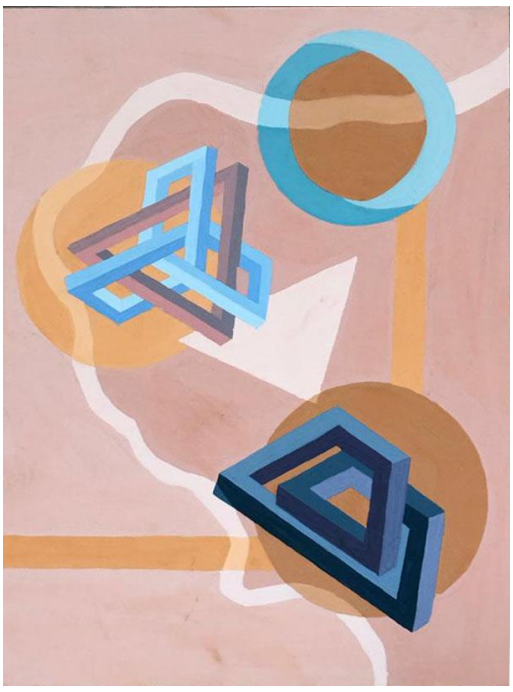
شكل (٧٨) للتصميم رقم ٢١ من التجربة	شكل (٧٩) للتصميم رقم ٢٢ من التجربة
شكل (٨٠) للتصميم رقم ٢٣ من التجربة	شكل (٨١) للتصميم رقم ٢٤ من التجربة

شكل (٨٢) للتصميم رقم ٢٥ من التجربة

شكل (٨٣) للتصميم رقم ٢٦ من التجربة

شكل (٨٤) للتصميم رقم ٢٧ من التجربة

شكل (٨٥) للتصميم رقم ٢٨ من التجربة

	
شكل (٨٦) للتصميم رقم ٢٩ من التجربة	شكل (٨٧) للتصميم رقم ٣٠ من التجربة
	
شكل (٨٨) للتصميم رقم ٣١ من التجربة	شكل (٨٩) للتصميم رقم ٣٢ من التجربة

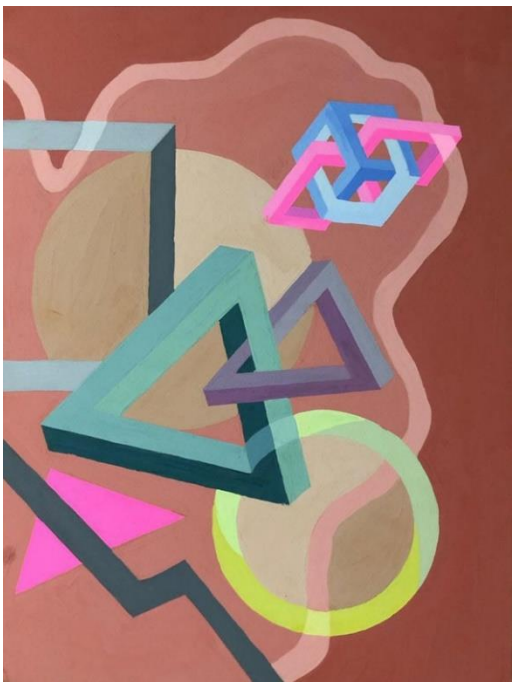
شكل (٩٠) للتصميم رقم ٣٣ من التجربة

شكل (٩١) للتصميم رقم ٣٤ من التجربة

شكل (٩١) للتصميم رقم ٣٥ من التجربة

شكل (٩٢) للتصميم رقم ٣٦ من التجربة

شكل (٩٣) للتصميم رقم ٣٧ من التجربة	شكل (٩٤) للتصميم رقم ٣٨ من التجربة
شكل (٩٥) للتصميم رقم ٣٩ من التجربة	شكل (٩٦) للتصميم رقم ٤٠ من التجربة

	
شكل (٩٧) للتصميم رقم ٤١ من التجربة	شكل (٩٨) للتصميم رقم ٤٢ من التجربة
شكل (٩٩) للتصميم رقم ٤٣ من التجربة	شكل (١٠٠) للتصميم رقم ٤٤ من التجربة

شكل (١٠١) للتصميم رقم ٤٥ من التجربة

شكل (١٠٢) للتصميم رقم ٤٦ من التجربة

شكل (١٠٣) للتصميم رقم ٤٧ من التجربة

شكل (١٠٤) للتصميم رقم ٤٨ من التجربة

شكل (١٠٥) للتصميم رقم ٤٩ من التجربة

شكل (١٠٦) للتصميم رقم ٥٠ من التجربة

شكل (١٠٧) للتصميم رقم ٥١ من التجربة

شكل (١٠٨) للتصميم رقم ٥٢ من التجربة

شكل (١٠٩) للتصميم رقم ٥٣ من التجربة	شكل (١١٠) للتصميم رقم ٥٤ من التجربة

من اهم سمات نتائج التجربة البعدية:

١- **تحفيز التفكير الإبداعي:** تساعد الأشكال المستحيلة الطلاب على الخروج من النمط التقليدي للتفكير، وتحفّزهم على ابتكار حلول غير تقليدية لمشكلات التصميم.

ساعد المحتوى (الاشكال المستحيلة) الطالب علي التوصل إلى صياغات تصميمية تتسم بالثراء والحداثة في أساليب الطالب مما ساهم في تحقيق تصميمات هندسية مبتكره.

٢-**تنمية مهارات الإدراك البصري:** يتعلم الطلاب كيف يفرّقون بين الحقيقة والوهم البصري، مما يعزز وعيهم بالتفاصيل ودقة التصميم.

٣-تعزيز الفهم الهندسي:

-تتطلب الأشكال المستحيلة فهماً جيدًا للهندسة والمنظور، وهو ما يدفع الطلاب لتحسين قدراتهم في الرسم الهندسي والتحليل البصري.

-ان التكامل بين الشكل المستحيل والهندسي أنتج العديد من الحلول الفنية والتشكيلية للتصميم، وذلك لتنوع الخصائص الهندسية والفنية والتشكيلية لكل منهم.

شكل(١١٥) شكل(١١٤) للتصميم رقم ٥٣ من التجربة

٤-**تنمية مهارات التصميم والتجريب:** تشجع هذه الأشكال الطلاب على استخدام برامج التصميم الرقمي أو التصميم اليدوي لتجربة التكوينات المختلفة ومحاولة بناء أشكال مستحيلة خاصة بهم.

٥-**زيادة التفاعل والمتعة في التعلم:** ينجذب الطلاب إلى الغرابة والجمال البصري في الأشكال المستحيلة، ما يزيد من حماسهم للتعلم والتفاعل مع المادة التعليمية.

التحليل الاحصائي للنتائج

مقدمة: قام الباحث بعمل تجربة تطبيقية قبلية وبعدية، تبعه تصميم استمارة تحكيم لهذه التصميمات (جدول ٣)، وعرضها علي مجموعة من المحكمين لتحكيم هذه التصميمات، اعتمد فيها الباحث علي الطريقة التجريبية علي نفس المجموعة لقياس الخبرات التصميمة والفنية المكتسبة.

واعتمد الباحث في تحديد مدي فاعلية التجربة عل تحقيق اهداف البحث:

١-استثمار الاشكال المستحيلة في مجالات التعليم، لا سيما في تنمية قدرات الطلاب الإبداعية والتصميمية. من خلال إكساب الطلاب المهارات اللازمة في بناء التصميم من حيث تعظم قدرته على معالجة التصميم من خلال الاشكال المستحيلة لتحقيق بنائية الشكل التصميمي.

٢-استحداث صياغات تصميمية بناءا على القواعد المرتبطة بالأشكال المستحيلة.

٣-تنمية التفكير الفني والمهارات التصميمية لدي الطلاب من خلال معالجة التصميم الهندسي من خلال الاشكال المستحيلة.

وللوصول الي الأهداف السابقة افترض الباحث بان هناك إمكانية لزيادة بعض من المهارات التصميمة لطلاب كليات التربية الفنية من خلال لعب الأشكال المستحيلة دورًا مهمًا في تنمية المهارات البصرية والإبداعية لدى الطلاب، وتفتح لهم آفاقًا جديدة في التفكير التصميمي.

وبناءا علي ما سبق يتناول هذا الجزء المعالجة الإحصائية لمعرفة مدي تأثير الاشكال المستحيلة علي التصميمات الهندسية، للحكم علي الأداء المهارى لطلاب كلية التربية النوعية قسم التربية الفنية(قبليا-بعديا)، من خلال بطاقة معدة لتحكيم تصميمات الطلاب قبليا وبعديا (جدول٣). تبعه عرض البيانات الخاصة بالتجربة (جدول٢) وتحليلها باستخدام الأساليب الإحصائية عن طريق برنامج التحليل الاحصائي، للتوصل الي النتائج وتفسيرها، والاجابة عن تساؤلات وفرضيات الدراسة، لاستقصاء صحتها اعتمادا علي النتائج التي تم التوصل اليها.

بطاقة الطالب رقم ( )

استمارة تقييم الاعمال الفنية الخاصة بالتجربة القبلية		
المسلسل	**البنود والمحاور**	**تقيم من ٥ لكل بند**
١	اتزان التصميم.	
٢	وحدة التصميم.	
٣	الاستفادة من الاشكال الهندسية في التصميم.	
٤	تأثير الاشكال الهندسية على التصميم.	
٥	اللون في التصميم.	
		المجموع من ٢٥

استمارة تقييم الاعمال الفنية الخاصة بالتجربة البعدية		
المسلسل	البنود والمحاور	تقيم من ٥ لكل بند
١	اتزان التصميم.	
٢	وحدة التصميم	
٣	الاستفادة من الاشكال المستحيلة في التصميم.	
٤	تأثير الاشكال المستحيلة على التصميم الهندسي.	
٥	اللون في التصميم.	
		المجموع من ٢٥

جدول (٣) استمارة تقيم التصميمات الخاصة بالتجربة القبلية والبعدية.

أولا جمع البيانات وتحليلها:

بعد الانتهاء من تطبيق المحتوي قبليا وبعديا على الطلاب، عرض الباحث نتائج التجربة وعددها (٥٤ تصميم قبليا و ٥٤ تصميم بعديا) علي ٩ محكمين من أعضاء هيئة التدريس لتقيمها جدول (٤).

عدد محكمين البرنامج قبل وبعد التنفيذ	٩ محكمين
عدد مقابلات البرنامج	مقابلتين قبلية ، ٤ مقابلات بعدية
عدد البنود التقييمية	خمس بنود
درجة كل بند تقيمي	٥ درجات
الدرجة الكلية	٢٥ درجة
عدد الطلاب	٥٤ طالب وطالبة

جدول (١) يوضح البيانات الخاصة بالتجربة قبليا وبعديا.

ثانيا المعالجات الإحصائية:

ادخال البيانات باستخدام برنامج التحليل الاحصائي، ثم قام الباحث بحساب كل بند من البنود (قبليا وبعديا) ومقارنتها ببعضها وحساب الفروق بين متوسطات درجات عينة الدراسة لطلاب الفرقة الثالثة بكلية التربية النوعية (قسم التربية الفنية).

ثالثا النتائج الكلية للتجربة

	البنود	المقابلة	ن	مجموع البند	متوسط الدرجات	فرق متوسط الدرجات قبليا وبعديا	قيمة "ت"	مستوي المعنوية
1	اتزان التصميم.	القبلية	54	1510	3.106	1.448	-37.580	0.001≥
		البعدية	54	2214	4.555			
2	وحدة التصميم.	القبلية	54	1367	2.812	1.572	-39.625	0.001≥
		البعدية	54	2131	4.384			
3	الاستفادة من الاشكال الهندسية	القبلية	54	1283	2.639	1.993	-54.716	0.001≥
	الاستفادة من الاشكال المستحيلة في التصميم.	البعدية	54	2252	4.633			
4	تأثير الاشكال الهندسية على التصميم.	القبلية	54	1250	2.572	2.164	-66.622	0.001≥
	تأثير الاشكال المستحيلة على التصميم الهندسي.	البعدية	54	2302	4.736			
5	اللون في التصميم.	القبلية	54	1302	2.679	2.106	-63.387	0.001≥
		البعدية	54	2326	4.786			
	الدرجة الكلية			6712	13.808	9.283	-262.2	0.001≥
				11225	23.094			

جدول (٢)

ومن ملاحظة النتائج في الجدول رقم (٢) يتبين ان:

نتائج اختبارات "T-test" للفرق بين متوسطات درجات المقابلة القبلية والمقابلة البعدية لتصميم هندسي بالاستفادة من الاشكال المستحيلة لأفراد عينة الدراسة من طلاب الفرقة الثانية بقسم التربية الفنية بكلية النوعية كالتالي:

بالنسبة للبند الأول (اتزان التصميم): تم حساب مجموع كل بند لإيجاد متوسط الدرجات، ثم حساب فرق البند قبليا وبعديا وإيجاد قيمة "ت" لهذه الفروق، فبلغ متوسط درجات المقابلة القبلية **(3.106)** ومتوسط درجات المقابلة البعدية **(4.555)** ، وبلغ الفروق بينهم **(1.448)** وهذا فرق واضح، وبلغت قيمة "ت"(-37.580) ومستوي المعنوية **(0.001≥)** وهو اقل من **(0.05)** ، مما يدل علي وجود فرق دال احصائيا بين المقابلتين لصالح المقابلة البعدية.

بالنسبة للبند الثاني (وحدة التصميم): تم حساب مجموع كل بند لإيجاد متوسط الدرجات، ثم حساب فرق البند قبليا وبعديا وإيجاد قيمة "ت" لهذه الفروق، فبلغ متوسط درجات المقابلة القبلية **(2.812)** ومتوسط درجات المقابلة البعدية **(4.384)** ، وبلغ الفروق بينهم **(1.572)** وهذا فرق واضح، وبلغت قيمة

"ت"(**39.625-**) ومستوي المعنوية (**0.001≥**) وهو اقل من (**0.05**) ، مما يدل علي وجود فرق دال احصائيا بين المقابلتين لصالح المقابلة البعدية.

بالنسبة للبند الثالث (الاستفادة من الشكل الهندسي في التصميم.) (الاستفادة من الشكل المستحيل في التصميم.): تم حساب مجموع كل بند لإيجاد متوسط الدرجات، ثم حساب فرق البند قبليا وبعديا وإيجاد قيمة "ت" لهذه الفروق، فبلغ متوسط درجات المقابلة القبلية (**2.639**) ومتوسط درجات المقابلة البعدية (**4.633**) ، وبلغ الفروق بينهم (**1.993**) وهذا فرق واضح، وبلغت قيمة "ت" (**54.716-**) ومستوي المعنوية (**0.001≥**) وهو اقل من (**0.05**) ، مما يدل علي وجود فرق دال احصائيا بين المقابلتين لصالح المقابلة البعدية.

بالنسبة للبند الرابع (تأثير الاشكال الهندسية على التصميم.) (تأثير الشكل المستحيل على التصميم الهندسي): تم حساب مجموع كل بند لإيجاد متوسط الدرجات، ثم حساب فرق البند قبليا وبعديا وإيجاد قيمة "ت" لهذه الفروق، فبلغ متوسط درجات المقابلة القبلية (**2.572**) ومتوسط درجات المقابلة البعدية (**4.736**) ، وبلغ الفروق بينهم(**2.164**) وهذا فرق واضح، وبلغت قيمة "ت" (**66.622-**) ومستوي المعنوية (**0.001≥**) وهو اقل من (**0.05**) ، مما يدل علي وجود فرق دال احصائيا بين المقابلتين لصالح المقابلة البعدية.

بالنسبة للبند الخامس (اللون في التصميم.): تم حساب مجموع كل بند لإيجاد متوسط الدرجات، ثم حساب فرق البند قبليا وبعديا وإيجاد قيمة "ت" لهذه الفروق، فبلغ متوسط درجات المقابلة القبلية (**2.679**) ومتوسط درجات المقابلة البعدية (**4.786**) وبلغ الفروق بينهم (**2.106**) وهذا فرق واضح، وبلغت قيمة "ت" (**63.387-**) ومستوي المعنوية (**0.001≥**) وهو اقل من (**0.05**) ، مما يدل علي وجود فرق دال احصائيا بين المقابلتين لصالح المقابلة البعدية.

ومن ملاحظة النتائج في الجدول رقم (٢) يتبين ان:

الفرق بين متوسطات درجات المقابلات القبلية والبعدية الكلية لأفراد عينة الدراسة لطلاب الفرقة الثالثة بكلية التربية النوعية قسم التربية الفنية، كالتالي:

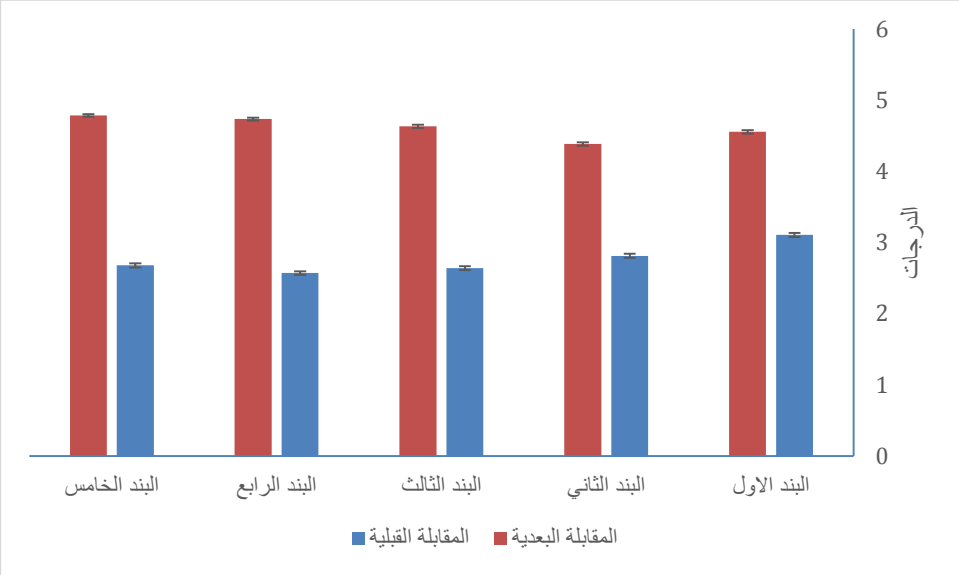
بلغ متوسط درجات المقابلة القبلية (**13.808**) ومتوسط درجات المقابلة البعدية (**23.094**) وبلغ فرق متوسط الدرجات فبليا وبعديا **9.283** وبلغت ومتوسط قيمة "ت" (262.2-) ومستوي المعنوية (**0.001≥**) وهو اقل من (0.05) على وجود فرق دال احصائيا بين المقابلتين لصالح المقابلة البعدية.

التحقق من فرضية البحث:

افترض الباحث انه يمكن الاستفادة من النظم البنائية للأشكال المستحيلة كمدخل لحلول تصميمية هندسية. ويمكن اثراء التصميمات الفنية للطلاب المعتمدة على الاشكال الهندسية من خلال الاستفادة من الاشكال المستحيلة.

وللتحقق من هذا الفرض تم حساب فرق متوسط الدرجات بين المقابلة القبلية والبعدية جدول (٢) مما يدل على وجود فرق دال احصائيا بين المقابلتين لصالح المقابلة البعدية. ونظرا لما حققته التجربة من فرق واضح في الأداء المهارى للطلاب قبليا وبعديا لصالح التطبيق البعدي. وبذلك تحقق الفرض.

والرسم البياني التالي شكل (٧٥) يوضح تأثير البرنامج على بعض المهارات في التصميم لدي طلاب التربية الفنية.



شكل (٧٥) يوضح متوسطات درجات المقابلة القبلية والبعدية لبنود التجربة لأفراد عينة الدراسة لطلاب الفرقة الثانية قسم التربية الفنية كلية التربية النوعية.

الاستنتاج: من خلال عرض النتائج السابقة توصل الباحث الي النتائج التالية:

نظرا لما حققته التجربة من فرق واضح بين الأداء المهارى في التصميم للطلاب قبليا وبعديا لصالح التطبيق البعدي. استنتج الباحث ان البرنامج التعليمي الذي تعرض له الطلاب في التطبيق البعدي حقق نتائج إيجابية بشكل واضح بالنسبة للتطبيق القبلي وبذلك تحقق الفرض.

نتائج البحث:

- في ضوء هذه الدراسة المستفيضة حول الأشكال المستحيلة وتأثيرها في مجال التصميم، يمكن التأكيد على أن هذه الأشكال تفتح آفاقاً جديدة للابتكار والإبداع الفني والوظيفي، مما يعزز من تجربة الطلاب وجاذبية التصميم. إن الأشكال التي تبدو متناقضة من الناحية الهندسية تحمل في طياتها فرصاً فريدة لتحفيز التفكير النقدي وتحدي المفاهيم التقليدية، الأمر الذي يلعب دوراً محورياً في تطوير التصاميم الحديثة.

- تتسم الأشكال المستحيلة بطبيعة معقدة تجمع بين التناقض البصري والابتكار الهندسي، بحيث تبدو غير قابلة للتحقق في الواقع ثلاثي الأبعاد، لكنها تعكس مفاهيم رياضية وفنية عميقة تُبرز القدرة على استكشاف الحدود بين الحقيقة والوهم. هذه الأشكال تخلق تحدياً معرفياً يتيح الفرصة لتحليل العلاقة بين الإدراك البشري والتصميم، ما يعزز فهمُنا للنماذج الهندسية غير التقليدية وأثرها في المجالات الإبداعية وخاصة فن التصميم. من الناحية العلمية، تُعد دراسة هذه الأشكال جزءاً من بحث أوسع يُسهم في فتح آفاق جديدة للابتكار من خلال نظرة شمولية تجمع بين الفلسفة والعلوم التطبيقية، حيث يمكن اعتبارها محركاً أساسياً لتطوير الأفكار التصميمية التي تعكس تفاعل الإنسان مع بيئته بشكل متجدد. علاوة على ذلك، ترتبط طبيعة هذه الأشكال بمفاهيم الابتكار.
- تعد الأشكال المستحيلة من الظواهر البصرية التي تثير الفضول والإعجاب، وتمثل تحدياً مثيراً في مجال التصميم الحديث. تتميز هذه الأشكال بقدرتها على التلاعب بالإدراك البصري، ما يخلق تأثيرات بصرية تثير التساؤلات حول الواقع والمنطق الهندسي، مما يجعلها أداة فعالة لتنشيط الإبداع وتحفيز التفكير النقدي.

كما تتضمن الدراسة التطبيقية الاستفادة من الاشكال المستحيلة وتوظيفها جماليا وتشكيليا مع الشكل الهندسي لإثراء مجال التصميم فقد اتضح الآتي في أعمال **التجربة الطلابية: النظام البنائي:**

١- ساعد البحث في الكشف عن مداخل جديدة من خلال الأسس البنائية للأشكال المستحيلة التي اضافت انماطا تساعد في اثراء فكر المصمم.

٢- الأسس التي بنيت عليها الاشكال المستحيلة تساهم في إيجاد رؤية بنائية مستحدثة لإثراء التصميم.

٣- إيجاد حلول للبناء التصميمي من خلال الاشكال المستحيلة.

٤- من خلال الاشكال المستحيلة يمكن الوصول لمداخل علميه ، والاستفادة من جانبها الشكلي في بناء التصميم.

٥- فتح مجال للأبداع الفني عن طريق الجمع بين الفن والرياضيات وعلم النفس من خلال الاشكال المستحيلة وتناولها بأسلوب فني.

٦- قدمت الدراسة مجموعة من الحلول للمصمم تساهم في تنفيذ تصميمات قائمة على الاشكال المستحيلة تؤثر في زيادة جاذبية وتفاعل المشاهد للتصميم.

القيم الجمالية:

- توفر الأشكال المستحيلة تحديًا إدراكيًا يحفز الدماغ على إعادة تقييم توقعاته وتعزيز القدرة على التفكير النقدي مما يؤدي الي ابتكار حلول تصميمية ويزيد من جاذبية التصميم.

- كما أن التفاعل الديناميكي بين الأشكال المستحيلة والجمهور يخلق فرصاً جديدة لسبر أغوار الإدراك، كما يسهم فهمها في تطوير تصاميم مبتكرة تعتمد على التفاعل. وبالتالي، تفتح الأشكال المستحيلة آفاقاً واسعة للتطبيقات التصميمية الهندسية والفنية، مقدمة حلولاً إبداعية جمالية.

• الاشكال المستحيلة لها دور جمالي وتشكيلي، كما أن أنه يمكن صياغتها بشكل معاصرة مما يؤدى إلى إنتاج أعمال فنية تجمع الفن والهندسة.

- الاشكال المستحيلة اضافت صبغة حديثة على التصميم الفني.
- تناول الاشكال المستحيلة بأسلوب فني اتاحت الفرصة للطالب للتفكير الفني بأسلوب حديث ومختلف وغير تقليدي. فاستطاع الطالب إيجاد صيغ شكلية مستحدثة.
- ساعد المزج بين الهندسة والفن والادراك البصري من خلال الاشكال المستحيلة الطالب على تعديل مفاهيمه واتجاهاته الفنية وزيادة الوعي الفني بالتصميم وتنفيذه بأسلوب جذاب وحديث. وعلى تحقيق معالجات فنية أدت الى اثراء التصميمات بالقيم الجمالية والتشكيلية.
- الاستفادة من الاشكال المستحيلة لتنفيذ تصميمات وذلك لإثراء التصميمات بكليات التربية الفنية.

التوصيات:

- تعد الأشكال المستحيلة من الظواهر البصرية التي تثير الاهتمام في مجالات مختلفة، لما لها من تأثير كبير على فهم الإدراك البشري وكيفية تفسير العقل للأبعاد والمفاهيم الهندسية. تسهم هذه الأشكال في تقديم تحديات فكرية تتطلب تحليلًا دقيقًا وتوظيف أساليب علمية متقدمة لفك رموزها، مما يفتح آفاقًا واسعة للدراسات متعددة التخصصات.
- الاهتمام بالدمج بين العلم والفن والربط بينها. فالأشكال المستحيلة تداخلًا رائعًا بين الفن والعلم، حيث تقدم رؤية مذهلة لكيفية إدراكنا للعالم من حولنا. تلعب هذه الأشكال دورًا مهمًا في الأبحاث البصرية، الفن، والتصميم، وتظل مصدر إلهام للعلماء والفنانين.
- أن استخدام هذه الأشكال في التصميم يعزز جاذبية التصميم ويزيد من فعالية التواصل البصري، خصوصاً في المجالات التي تتطلب جذب الانتباه وإثارة الفضول، مثل التسويق والإعلان.
- يمكن أن تسهم هذه الاشكال المستحيلة في تطوير مجالات متعددة مثل العمارة، التصميم الاعلاني، وفنون الوسائط المتعددة، مما يعزز تجربة المصمم ويبني جسورًا بين الجمال الوظيفي والابتكار.
- من خلال التطرق الي ظلال الاشكال المستحيلة وكيف يمكن تنفيذها بالحاسب يمكن ان تساعد في الدراسات التي تسعي الي دراسة كيفية تأثير إدخال هذه الظلال على إدراكنا للأجسام المستحيلة.
- الاستفادة من الاشكال المستحيلة في معالجة قصور التصميم لدي طلاب الفن.

- إقامة برامج متخصصة تتناول الاشكال المستحيلة وانواعها المختلفة لتمنيه المهارات التصميمية وخبرة تفيد المصمم وطلاب كليات التربية الفنية.
- تعميق دراسة الاشكال المستحيلة وربطها بمجال الفن والتصميم بصفه خاصة مما يسهم في التطوير المستمر في التصميم.
- تشجيع البحوث والدراسات التي تحاول الكشف عن ادراكنا البصري من خلال دراسة الاشكال المستحيلة وأثرها على الادراك ولاستفادة منها في مجال التصميم وعلم النفس.
- الكشف عن مصادر هندسية جديدة كالأشكال المستحيلة والاستفادة منها في معالجة قصور البناء التصميمي للطلاب.
- تعميق دراسة الأسس البنائية للأشكال المستحيلة والاستفادة منها في مجال التصميم بأساليب مختلفة.
- مع تطور تقنيات الواقع الافتراضي (VR) والواقع المعزز (AR)، يمكن دمج الأشكال المستحيلة في تجارب بصرية تفاعلية، مثل تصميم ألعاب تعليمية أو محاكاة معمارية تُشجع المستخدم على استكشاف التناقضات الهندسية. كما تُدرس إمكانية استخدامها في البرمجة لتحسين خوارزميات التعرف على الأشكال.
- دمج الاشكال المستحيلة في المناهج التعليمية من شأنه أن يعزز تجربة التعلم ويُعد الطلاب لمواجهة تحديات التصميم المتنوعة بفكر ابتكاري متجدد.

المراجع:

- خلود عبدالله احمد العيد : الابعاد الجمالية للشكل الهندسي في تقنيات الظواهر البصرية وتوظيفها في العمارة –الداخلية– المجلة العلمية بحوث في العلوم والفنون النوعية : العدد الخامس عشر/ المجلد الأول – يونيو ٢٠٢١
- عماد عبد الرحيم الزغلول (٢٠١٢): مبادئ علم النفس التربوي ط،٢ دار الكتاب الجامعي، العين– دولة الإمارات العربية المتحدة–
- مجلة العلوم والتقنية، "الخداع البصري والأشكال المستحيلة"، العدد ٤٥، ٢٠١٨

- B. Ernst, Adventures with impossible figures. Parkwest Pubns, 1986-
- Diego Uribe: A set of impossible tiles- THE THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE
- G. Savransky, D. Dimerman and C. Gotsman, ‘Modeling and rendering escher-like impossible scenes’, Computer Graphics Forum, vol. 18, no. 2،
- Z. Kulpa, ‘Putting order in the impossible’, Perception, vol. 16, no. 2,
- Alasdair McAndrew- Jacob A. C. Baker: The geometry of impossible figures - Proceedings of the 25th Asian Technology Conference in Mathematics-
- Andy Clark. "Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science". Behavioral and Brain Sciences, 2013
- Chih W. Khoh and Peter Kovesi : Rotating the Impossible Rectangle - Leonardo, June 2001, Vol. 34, No. 3, Pages 197-198

- Gregory R. L., 1968. Perceptual illusions and brain models. Proc. R. Soc. Lond.
- Larissa Shamseer, David Moher, Mike Clarke, Davina Ghersi, A. Liberati, Mark Petticrew, Paul Shekelle, et al.. "Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation". BMJ, 2015,
- Macpherson, F., 2006. Ambiguous figures and the content of experience. Noûs 40
- MATHEMATICS & DESIGN 2001- DEAKIN UNIVERSITY -GEELONG, AUSTRALIA
- Necker, L.A. (1832). "Observations on some remarkable optical phaenomena seen in Switzerland; and on an optical phaenomenon which occurs on viewing a figure of a -crystal or geometrical solid". London and Edinburgh Philosophical Magazine and Journal of Science.
- NeuroImage: Representation of possible and impossible objects in the human visual cortex: Evidence from fMRI adaptation- Volume 64, 1 January 2013
- Penrose, L. S. and Penrose, R., 1958. Impossible objects: A special type of illusion. British Journal of Psychology, 49
- Schuster, D. H. 1964. A New Ambiguous Figure: A Three-Stick Clevis. American Journal of Psychology, 77,
- Silins, N., 2015. Perceptual Experience and Perceptual Justification. In: Zalta, E. N., ed. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Metaphysics Research Lab, CSLI, Stanford University.
- Taylor, Ben: Modeling and Rendering Three-Dimensional Impossible Objects-DOCTOR OF PHILOSOPHY-Bangor University-2020
- Yogesh K. Dwivedi, Laurie Hughes, Abdullah M. Baabdullah, Samuel Ribeiro-Navarrete, Mihalis Giannakis, Mutaz M. Al-Debei, Denis Dennehy, et al.. "Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy". International Journal of Information Management, 2022

- https://www.illusionsindex.org/i/necker-cube
- https://www.illusionsindex.org/i/belevedere
- https://www.xp-pen.com/blog/how-to-draw-optical-illusions.html
- https://auctionet.com/en/3900956-oscar-reutersvard-lithographs-8-pieces-folder-impossible-combinations-signed-and
- https://www.shutterstock.com/search/impossible-fork
- - https://www.illusionsindex.org/i/impossible-trident
- https://im-possible.info/english/articles/tiles/tiles.html
- https://ar.m.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%83%D8%B9%D8%A8_%D9%86%D9%8A%D9%83%D8%B1
- https://stock.adobe.com/eg/images/penrose-stairs-impossible-staircase-optical-illusion-also-penrose-steps-impossible-object-two-dimensional-depiction-of-a-staircase-forming-a-continuous-loop-illustration-over-white-vector/214282460
- https://arthive.com/escher/works/200179~Relativity
- https://www.i2clipart.com/clipart-impossible-triangle-3d70
- - https://www.etsy.com/listing/698311738/optical-illusion-poster-impossible