الدمج والتكامل بين المنهج الامبريقي ونظرية الحل الابتكاري للمشكلات TRIZ نحو الابداع في العملية التصميمية

The integration and merging of the empirical method and the Theory of Innovative problem Solving (TRIZ) towards creativity in the design process

أ.د.عبد الخالق حسين نصر
استاذ تصميم الجداريات، قسم الزخرفة، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان
Prof. Dr. Abdel Khalek Hussein:
Professor at the Faculty of Applied Arts, Department of Decoration, Helwan University.
abdelkhalek.nasr@gmail.com
أ.د. ابراهيم الشربيني
أستاذ المواد النانوية وطب النانو، مدير برنامج علوم النانو، مدير مركز علوم المواد، مدينة زويل للعلوم والتكنولوجيا والابتكار
Prof. Dr. Ibrahim El-Sherbiny
Professor of Nanomaterials & Nanomedicine, Director of Nanoscience Program, Director of the Center for Materials Science, Zewail City of Science, Technology and Innovation
ielsherbiny@zewailcity.edu.eg
أ.م.د. فيبي سعيد فهمي
أستاذ مساعد قسم الزخرفة، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان
Assoc. Prof. Dr. Feby Saeed Fahmy
Assistant Professor at the Faculty of Applied Arts, Department of Decoration, Helwan University.
feby.andrawa@gmail.com
م.م. منة الله صالح عاشور
مدرس مساعد بقسم الديكور المعهد العالي للفنون التطبيقية - التجمع الخامس.
Lect. Mennat-Allah Saleh Ashour:
Assistant Lecturer, Department of Decoration, Higher Institute of Applied Arts - Fifth Settlement.
MennatAllahSaleh@a-arts.helwan.edu.eg

ملخص البحث

سعي الإنسان وراء المعرفة رحلة ممتدة عبر الزمن، بدأت مع فجر الحضارة الإنسانية وتستمر إلى يومنا هذا، حيث استخدم الأدوات من أجل مزيد من الإرضاء للحاجات اليومية ونشأت الرغبة في المعرفة لتسخيرها لخدمتنا. ففي نظر الفلاسفة منذ عهد الإغريق يعد العلم التجريبي الصورة المثلي للمعرفة، فهم يؤكدون أن الملاحظة الحسية هي المصدر الأول والفيصل الاخير في المعرفة، وان الذهن البشري يخدع نفسه لو ظن أنه قادر على أن يصل إلى أي نوع من الحقيقة غير حقيقة العلاقات المنطقية الفارغة. هذا النوع من الفلسفة يسمي بـ "المذهب التجريبي" Empiricism.

إن المنهج الامبريقي في البحث يعني اكتساب المعرفة من خلال الملاحظة في التعرف على الأشياء والظواهر وتجريبها بواسطة الحواس وهذه التقنية قديمة منذ قدم الحضارة وفي الأدبيات المعاصرة تعرف بالمنهج الامبريقي Empirical method وهو لا يكتفي في التعرف على الأشياء والظواهر وفهمها من خلال الفكر أو التشبث أو الحدس أو السلطة، بل من الضروري فيه اختبارها بالحواس الخمسة التي تشكل المقدمة للوثوق بها والتي يعبر عنها بالمفاهيم أو القيم أو المقادير الإمبريقية الخاضعة للتجربة والملاحظة المباشرة باللمس أو التحسس المادي المباشر.

حيث أن نظرية الحل الابتكاري للمشكلات TRIZ وهي عبارة عن مهارة معرفية تتضمن مجموعة من الطرق لحل المشكلات، ومن أهم المميزات هذه النظرية أن لها القدرة على اجتياز العوائق والمشكلات النفسية، ولها قدرات خارقة على تحليل العمليات لكي نستخدم المصادر المتاحة لنا بأفضل الطرق. ولقد عرفت بأنها نظرية منهجية منظمة ذات توجه إنساني تستند إلى قاعدة معرفية حيث أن الإنسان هو هدف هذه النظرية، وتهدف إلى حل المشكلات بطريقة إبداعية.

إن نظرية تريز تعد إحدى طريق لحل المشكلات التكنولوجية حيث إنها علم يشبه إلى حد بعيد علم الرياضيات التي يمكن توظيفها في مختلف جوانب حياة الإنسان، وتستند إلى تطبيق نماذج تطور العديد من النظم التكنولوجية.

وتركز عملية التفكير التصميمي الإبداعي على كيفية وضع الحلول التصميمية، إلى إطار عمل يمكن استخدامه من أجل معالجة المشكلات الكبيرة والمعقدة والغير معروفة إلى حد كبير في تطوير الخامات.

الكلمات المفتاحية

المنهج الامبريقي،نظرية تريز،العملية التصميمية.

Abstract

The human pursuit of knowledge is an extended journey through time, beginning with the dawn of human civilization and continuing to this day. Humans have used tools to further satisfy their daily needs, and the desire for knowledge has arisen to harness it for our service. In the view of philosophers since the time of the Greeks, empirical science is the ideal form of knowledge. They affirm that sensory observation is the primary source and the ultimate arbiter of knowledge, and that the human mind deceives itself if it thinks it can reach any kind of truth other than the empty logical relationships. This type of philosophy is called "Empiricism".

The empirical method in research means acquiring knowledge through observation in identifying things and phenomena and experimenting on them using the senses. This technique is ancient, dating back to the dawn of civilization.

The Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) is a cognitive skill that encompasses a set of methods for solving problems. It is known as a systematic, organized theory with a human orientation, based on a knowledge base where the human being is the goal of this theory, and it aims to solve problems in a creative way.

The design thinking process focuses on how to develop design solutions, into a framework that can be used to address large, complex, and largely unknown problems in material development.

Keywords

TRIZ,empirical method,design process

مشكلة البحث

تتركز مشكلة البحث على وضع خطة استراتيجية للإبداع في العملية التصميمية من خلال التكامل والدمج بين المنهج الامبريقي ونظرية الحل الابتكاري للمشكلات TRIZ، لذي يسعى البحث إلى:

- كيفية الاستفادة من استراتيجية المنهج الامبريقي ونظرية الحل الابتكاري للمشكلات للإبداع في العملية التصميمية؟
- كيفية دمج المنهج الإمبريقي مع TRIZ لتعزيز الإبداع في التصميم؟
- هل يمكن تطبيق الاستراتيجية المقترحة في أي مجال يوجد به مشكلة تصميمية؟

أهمية البحث

تكمن أهمية البحث في النقاط الأتية:

- تعزيز الابتكار في تقديم حلول مبتكرة للمشكلات التصميمية.
- تحسين المنتج من خلال تحليل البيانات بناء على ملاحظات وتجارب المستخدمين.
- حل المشكلات بشكل منهجي وتجنب الحلول التقليدية مما يعزز من كفاءة التصميم.
- توفير الوقت والموارد.
- التكيف من التغيرات السريعة في السوق واحتياجات العملاء.

أهداف البحث

البحث ما هو إلا دعوة لأن نضع مبادئ لحل المشكلات دائما كإطار مرجعي لفكرنا وفعلنا التصميمي، بالتالي يهدف البحث إلى:

- تحقيق الابداع في العملية التصميمية وتحقيق الرضا للمستخدمين.
- طرح الكثير من الافكار في الطبيعة والتي تلائم وتتناسب مع البيئة المكانية لتطوير حلول مبتكره.
- زيادة الأفكار التصميمية من خلال التعرض لمبادئ حل المشكلات لتحسين العملية التصميمية.
- تنمية التفكير الإبداعي والتصميم المستقبلي لطالب كلية الفنون التطبيقية.
- طرح رؤية جديده قائمة على تكامل المنهج الامبريقي ونظرية حل المشكلات للإبداع في العملية التصميمية.
- تسليط الضوء على أهمية مبادئ حل المشكلات واستخدامها في العملية التصميمية.

فروض البحث

يفترض البحث أن:

- الدمج والتكامل بين المنهج الامبريقي ونظرية الحل الابتكاري للمشكلات TRIZ قادر على تعزيز العملية التصميمية.

- وضع خطة استراتيجية للإبداع في العملية التصميمية باستخدام الدمج والتكامل بين المنهج الامبريقي ونظرية الحل الابتكاري للمشكلات TRIZ والتجريب بمثال لتطبيق الاستراتيجية وكيفية الاستفادة منها للإبداع في العملية التصميمية.

مصطلحات البحث

- **المنهج الامبريقيEmpirical method :** تعني اكتساب المعرفة من خلال الملاحظة في التعرف على الأشياء والظواهر وتجريبها بواسطة الحواس.
- **نظرية الحل الابتكاري للمشكلات:TRIZ** عبارة عن مهارة معرفية تتضمن مجموعة من الطرق لحل المشكلات، والإنسان هو هدف هذه النظرية، وتهدف إلى حل المشكلات بطريقة إبداعية.

منهج البحث

يعتمد البحث على المنهج الاستنباطي وهو طريقة من طرق التفكير والاستدلال، حيث يتم الوصول إلى النتائج من خلال دراسة حالات أو أمثلة محددة، ويعتمد هذا المنهج على استخدام المبادئ العامة لتفسير الظواهر أو الحالات الخاصة والتأكد من صحة الاستنتاجات من خلال التجارب والملاحظات. وذلك عن طريق معرفة المنهج الامبريقي ونظرية الحل الابتكاري للمشكلات TRIZ والدمج والتكامل بينهم للوصول إلى بناء استراتيجية للإبداع في العملية التصميمية.

الإطار النظري

أولاً: العملية التصميمية Design process

العملية التصميمية هي سلسلة منظمة من الخطوات المنهجية التي يتبعها المصممون لإنشاء منتج أو حل، ولتطوير حلول فعالة تلبي احتياجات المستخدمين. وتتركز العملية التصميمة على الجوانب التقنية والعملية للتصميم، بما في ذلك الجدوى والوظائف. ويمكن أن تكون خطية أو تكرارية، اعتمادًا على المشروع والمنهجية المستخدمة. لتطوير منتج أو حل بشكل منهجي يلبي متطلبات أو مواصفات معينة. وتتعلق بالخطوات العملية لإنشاء العديد من التصميمات.

خطوات العملية التصميمية

1- **تحديد المشكلة:** فهم وتحديد المشكلة أو الحاجة التي يجب معالجتها.
2- **جمع المعلومات:** إجراء بحث شامل لجمع البيانات والمعلومات المتعلقة بالمشكلة، بما في ذلك احتياجات المستخدمين والسوق.
3- **تحليل المعلومات:** تحليل البيانات المجمعة لتحديد الاتجاهات والأنماط التي يمكن أن تساعد في تطوير الحل.
4- **تطوير المفاهيم:** توليد أفكار ومفاهيم متنوعة لحل المشكلة. يمكن استخدام تقنيات مثل العصف الذهني.
5- **إنشاء نماذج أولية**: تصميم نماذج أولية أو تصاميم أولية تمثل الأفكار المطورة. يمكن أن تكون هذه النماذج يدوية أو رقمية.
6- **اختبار النموذج:** إجراء اختبارات على النماذج الأولية لجمع ملاحظات المستخدمين وتقييم الأداء.

7- **تعديل التصميم:** إجراء التعديلات اللازمة بناءً على نتائج الاختبارات والملاحظات المستلمة.

8- **التصميم النهائي**: تطوير التصميم النهائي بعد إجراء التعديلات اللازمة.

9- **تنفيذ الحل:** تنفيذ التصميم النهائي وإنتاج المنتج أو الحل.

10-**تقييم النتائج:** تقييم فعالية الحل بعد التنفيذ، وجمع الملاحظات لتحسينات مستقبلية.

11-**التوثيق:** توثيق العملية التصميمية والنتائج المستخلصة لتكون مرجعًا للمشاريع المستقبلية.

مبادئ العملية التصميمية

مبادئ العملية التصميمية هي الإرشادات الأساسية التي توجه المصممين خلال مراحل التصميم لضمان تحقيق نتائج فعالة ومبتكرة. وبعض المبادئ الرئيسية كالتالي:

1- **فهم المشكلة:** يجب على المصمم فهم المشكلة أو الاحتياج بعمق قبل البدء في أي تصميم. يتضمن ذلك البحث وجمع المعلومات حول المستخدمين والسياق.

2- **التفكير الإبداعي:** تشجيع التفكير خارج الصندوق واستكشاف أفكار جديدة ومبتكرة. يمكن استخدام تقنيات مثل العصف الذهني لتوليد أفكار متعددة.

3- **التكرار:** التصميم هو عملية تكرارية. يجب اختبار الأفكار والنماذج الأولية، وجمع الملاحظات، وإجراء التحسينات بناءً على هذه الملاحظات.

4- **التفاعل مع المستخدم:** إشراك المستخدمين في العملية التصميمية للحصول على رؤى حول احتياجاتهم وتفضيلاتهم. يمكن أن يشمل ذلك إجراء مقابلات أو استطلاعات.

5- **التوازن بين الوظيفة والجمالية:** يجب أن يحقق التصميم توازنًا بين الأداء الجيد والمظهر الجذاب. التصميم الجيد يجب أن يكون عمليًا وجميلاً في الوقت نفسه.

6- **الاستدامة:** يجب أن يأخذ التصميم في الاعتبار الأثر البيئي والاجتماعي، مما يعزز من استدامة المنتج أو النظام.

7- **المرونة والتكيف**: يجب أن يكون التصميم قادرًا على التكيف مع التغيرات في الاحتياجات أو الظروف، مما يسهل التعديل أو التطوير المستقبلي.

8- **التوثيق:** توثيق كل مرحلة من مراحل التصميم بشكل دقيق. يساعد ذلك في تتبع القرارات والتعديلات ويسهل التواصل مع الفرق الأخرى.

قيم العملية التصميمية

هي قيم تساعد في تحقيق نتائج فعالة ومبتكرة. وبعض القيم الأساسية:

- **الوظيفية**: يجب أن تلبي التصميمات احتياجات المستخدمين وتؤدي الوظائف المطلوبة بكفاءة.
- **الجمالية**: التصميم يجب أن يكون جذابًا بصريًا، مما يعزز من تجربة المستخدم ويزيد من قبول المنتج.
- **الاستدامة**: يجب أن يأخذ التصميم في الاعتبار الأثر البيئي، من خلال استخدام مواد صديقة للبيئة وتقنيات تقلل من الفاقد.
- **الاقتصادية**: يجب أن تكون التكلفة الإجمالية للتصميم معقولة، مع تحقيق توازن بين الجودة والسعر.

- **المرونة**: يجب أن يكون التصميم قادرًا على التكيف مع التغيرات في الاحتياجات أو الظروف، مما يسهل التعديل أو التطوير المستقبلي.
- **البساطة**: يجب أن يكون التصميم بسيطًا وسهل الاستخدام، مع تقليل التعقيد قدر الإمكان.
- **الأمان**: يجب أن يضمن التصميم سلامة المستخدمين، ويقلل من المخاطر المحتملة.
- **الإبداع**: يجب أن يشجع التصميم على الابتكار ويكون قادرًا على تقديم حلول جديدة وغير تقليدية.

معايير العملية التصميمية

تعتبر العملية التصميمية عملية معقدة تتطلب مراعاة عدة معايير لضمان نجاح المنتج النهائي. وأهم المعايير التي يجب أخذها في الاعتبار:

1- **الوظائف والأداء**: الوظائف الأساسية يجب أن تلبي التصميمات الوظائف المطلوبة بشكل فعال، ومن حيث الاداء تقييم كفاءة المنتج في تحقيق الأهداف المحددة.
2- **الجودة:** يجب أن تتوافق المنتجات مع معايير الجودة المحددة، مثل المتانة والاعتمادية، وإجراء تقييمات دورية لضمان الجودة.
3- **التكلفة:** يجب أن تكون التكاليف ضمن الميزانية المحددة، مع مراعاة التوازن بين الجودة والتكلفة، وتحقيق أفضل قيمة مقابل المال.
4- **الجدول الزمني:** إدارة الوقت والالتزام بالمواعيد النهائية المحددة لتجنب التأخيرات، وتقسيم العملية إلى مراحل محددة مع تواريخ نهائية لكل مرحلة.
5- **التوافق مع احتياجات المستخدمين**: تحليل احتياجات المستخدمين من خلال فهم احتياجات وتوقعات المستخدمين لضمان تلبية التصميم لهذه الاحتياجات، جمع التغذية الراجعة من المستخدمين لتحسين التصميم.
6- **الاستدامة:** مراعاة التأثيرات البيئية للمنتج خلال دورة حياته، واستخدام مواد قابلة لإعادة التدوير أو صديقة للبيئة.
7- **الابتكار**: البحث عن أفكار جديدة ومبتكرة لتحسين التصميم، واستخدام التكنولوجيا المتقدمة لتعزيز كفاءة التصميم.
8- **سهولة الاستخدام:** ضمان أن يكون المنتج سهل الاستخدام ومريح للمستخدمين، وتحسين تجربة المستخدم من خلال واجهات تفاعلية.
9- **المرونة:** من خلال القدرة على تعديل التصميم وفقاً للتغيرات في الاحتياجات أو الظروف، وإمكانية توسيع المنتج أو تحسينه في المستقبل.
10- **السلامة:** التأكد من أن التصميم يتوافق مع معايير السلامة المطلوبة، وتقييم المخاطر من خلال تحليل المخاطر المحتملة المرتبطة بالمنتج.

ثانيا: المنهج الامبريقي Empirical methods

الفلسفة التجريبية أو الإمبريقية Empiricism ؛ هي توجه فلسفي يؤمن بأن كامل المعرفة الإنسانية تأتي بشكل رئيسي عن طريق الحواس والخبرة. وتنكر التجريبية وجود أية أفكار فطرية عند الإنسان أو أي معرفة سابقة للخبرة العملية.

أما مصطلح امبريقية فيعبر عن الخبرة؛ والخبرة مصدرها الحواس وبالتالي فإن المعرفة الإنسانية تستمد شرعيتها من مرورها بهذه الحواس حتى تصبح بذلك قابلة للتحقق من صحتها، ومفهوم الإمبريقية يدل عن كل ما يتعلق بدراسة المجتمع الإنساني بالاحتكام إلى الواقع المحسوس سواء في اختيار المشكلة وجمع الحقائق أو تصنيف البيانات وتحليلها.

والتجريبية اليوم تعني المنهج التجريبي للوصول للمعرفة، استنادا إلى البحوث وإلى الطرق الاستدلالية، التي تفضل عن المنطق الاستنباطي الخالص. ويرتبط المنهج التجريبي بالمجال المعرفي والبحث العلمي منذ القدم إذ يرجع أصله إلى كلمة Empirical المشتقة من Empeirikos اليونانية والتي تعني (الأشخاص ذوي الخبرة).

والمنهج الإمبريقي هي المظلة الأكبر تشمل البحوث التجريبية، حيث أن كل البحوث التجريبية امبريقية ولكن ليس كل البحوث الإمبريقية تجريبية. في المنهج الإمبريقي تعتمد النتائج على دليل من أرض الواقع عن طريق استخدام ادلة جمع بيانات طبقها المصمم بنفسه على عينة.

والمنهج الامبريقي هو أسلوب علمي يعتمد على التجربة والملاحظة لجمع البيانات وتحليلها للوصول إلى استنتاجات علمية. يُستخدم هذا المنهج بشكل واسع في مجالات العلوم الطبيعية والاجتماعية لفهم الظواهر واختبار الفرضيات. ويعد أداة قوية لفهم الظواهر وتطوير المعرفة من خلال التجربة والملاحظة. وأسسه كالاتي:

- **التجريب**: إجراء تجارب عملية لفهم الظواهر وتصميم الحلول.
- **الملاحظة:** مراقبة النتائج وتوثيقها لتحديد الأنماط والتوجهات.
- **التحليل:** استخدام البيانات المستمدة من التجارب لتحليل المشكلات واستخلاص الحلول.

فالمنهج الامبريقي يعزز الفهم العميق للمشكلات من خلال التجربة، ويسمح بالتكيف مع التغيرات والظروف الجديدة، كما انه يوفر بيانات واقعية تدعم اتخاذ القرارات.

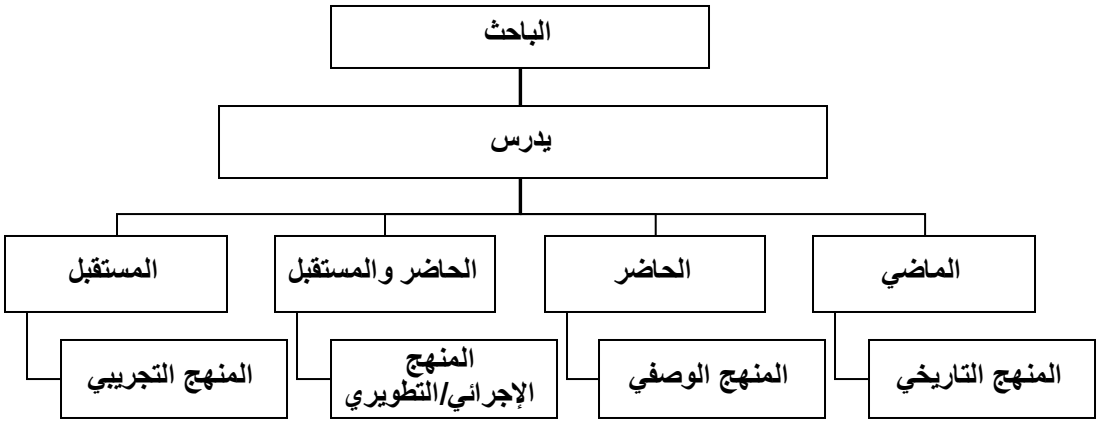
خطوات المنهج الإمبريقي

المنهج الإمبريقي يعتمد على الملاحظة والتجربة لجمع البيانات وتحليلها. وخطواته الرئيسية هي:

1- **تحديد المشكلة:** تحديد الظاهرة أو المشكلة التي ترغب في دراستها.
2- **مراجعة الأدبيات:** الاطلاع على الدراسات السابقة والمعلومات المتاحة حول الموضوع لفهم السياق.
3- **تطوير فرضيات:** صياغة فرضيات قابلة للاختبار بناءً على المعرفة الحالية.
4- **تصميم التجربة:** وضع خطة واضحة للتجربة تشمل المتغيرات المستقلة والتابعة، وطرق جمع البيانات.
5- **جمع البيانات:** تنفيذ التجربة وجمع البيانات من خلال الملاحظات والتجارب.
6- **تحليل البيانات:** استخدام الأساليب الإحصائية أو التحليلية لفهم البيانات المستخلصة.
7- **تفسير النتائج**: تفسير النتائج بناءً على البيانات المحللة، ومقارنتها بالفرضيات الأصلية.
8- **تقديم الاستنتاجات**: تقديم استنتاجات مبنية على النتائج، وتحديد ما إذا كانت تدعم أو تنفي الفرضيات.
9- **نشر النتائج:** مشاركة النتائج مع المجتمع العلمي من خلال نشرها في مجلات علمية أو تقديمها في مؤتمرات.
10- **التقييم والمراجعة:** مراجعة العملية برمتها، وتقييم النتائج، والتفكير في تحسينات للتجارب المستقبلية.

المستقبل والمنهج التجريبي في مناهج البحث العلمي

إن للوقائع والظواهر الملاحظة فائدة كبيرة قي البحث العلمي، حينما يعتمد البحث في ملاحظته وتنظيمه لها على الاستدلالات الجاري استنتاجها، من خلال المعاني التي تساعد في التنبؤ حول مسار المظاهر الكونية والمجتمعية المحيطة، وعليه كان على الإمبريقية أن تندمج مع العقلانية ومع التفكير المنطقي، بشكل يدعم كل منهما الآخر.



شكل ١ يوضح أقسام مناهج البحث العلمي

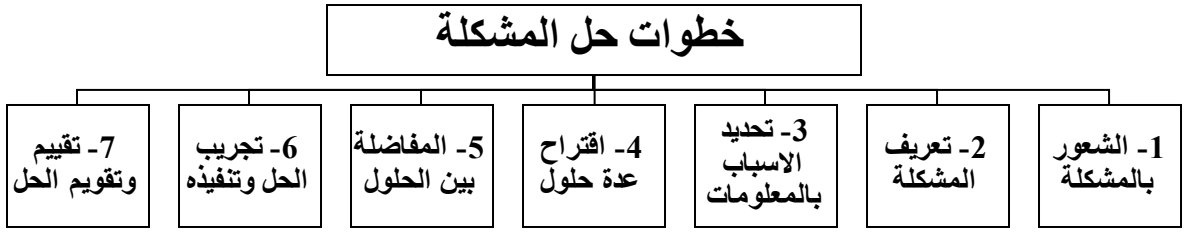
ومن المتعارف عليه علمياً ومعرفياً وكذلك إنسانياًأن التجربة هي من أساليب اثبات صحة البراهين، وفي الطرق التي يسلكها الباحث في عملية إعداد مضمون البحث العلمي نرى المناهج العلمية المحددة لهذه الطرق، ومن بين هذه المناهج العلمية يأتي المنهج التجريبي كأحد أهم المناهج العلمية التي يستطيع الباحث من خلالها الحصول على المعلومات اللازمة لمضمون البحث العلمي.

ويمكن تعريف المنهج التجريبي المستخدم في مضمون هذا البحث العلمي بأنه: منهج علمي يتمكن الباحث من خلاله للوصول إلى المعلومات التي يحتاجها لدعم مضمون البحث العلمي. وذلك من خلال عملية الدراسة المتمعنة للأدلة والبراهين التجريبية. وصولاً إلى كتابة مستخلصات واستنتاجات من خلال تنفيذ هذه التجارب. ويمكن القول بأن المنهج التجريبي في البحث العلمي هو عبارة عن عملية استخدام الباحث للتجارب كوسيلة استقطاب للمعلومات من خلال المشاهدة التفاعلية الكاملة للمحددات التي يقوم بدراستها في البحث العلمي.

فالمنهج التجريبي سيظل أداة أساسية في المستقبل لفهم الظواهر وتطوير الحلول. من خلال دمج التكنولوجيا الحديثة مع أساليب البحث التقليدية، يمكن تحقيق نتائج أكثر دقة وفعالية.

التجريب وحل المشكلات

التجريب هو عملية منهجية تهدف إلى اختبار الفرضيات وفهم الظواهر من خلال إجراء تجارب منظمة. ويُعتبر التجريب أداة فعالة في حل المشكلات، حيث يساعد في تحليل الأسباب وتطوير حلول فعالة. وتتلخص خطوات حل المشكلات في الاتي:



شكل ٢ يوضح خطوات حل المشكلات

ويرتبط التجريب بحل المشكلات كالتالي:

1- **تحديد المشكلة:** الخطوة الأولى في فهم المشكلة هي تحديد المشكلة بدقة وفهم أبعادها. يتطلب ذلك جمع المعلومات والبيانات ذات الصلة.
2- **صياغة الفرضيات:** بناءً على فهم المشكلة، يتم وضع فرضيات حول الأسباب المحتملة أو الحلول الممكنة.
3- **تصميم التجربة:** من حيث اختيار المتغيرات المستقلة والتابعة، وتصميم التجربة لاختبار الفرضيات، وتحديد العينة المناسبة التي تمثل المشكلة.
4- **إجراء التجربة:** إجراء التجارب وفق التصميم المحدد، مع التحكم في العوامل الأخرى التي قد تؤثر على النتائج.
5- **جمع وتحليل البيانات:** وهي جمع البيانات الناتجة عن التجربة وتحليلها باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة، وتفسير النتائج عن طريق فهم ما إذا كانت النتائج تدعم الفرضيات أو تتعارض معها.
6- **تطوير الحلول:** استنادًا إلى النتائج، يمكن تطوير وتنفيذ حلول للمشكلة المطروحة، واختبار الحلول المقترحة لمعرفة فعاليتها في حل المشكلة.
7- **التعلم والتكيف:** بعد تنفيذ الحلول، يتم تقييم النتائج والتعلم من التجربة. وتعديل الحلول بناءً على النتائج المستخلصة لضمان تحسين الأداء في المستقبل.

فالتجريب هو أداة قوية لحل المشكلات، حيث يوفر طريقة منهجية لفهم الأسباب وتطوير الحلول. من خلال اتباع خطوات التجريب، يمكن تحقيق نتائج دقيقة وفعالة في معالجة المشكلات.

ثالثاً: نظرية الحل الابتكاري للمشكلات TRIZ

نشأت نظرية تريز Theory of Inventive Problem Solving في الاتحاد السوفيتي على يد العالم الروسي هنري التشلر Henry Altchuller وأطلق عليها مسمي نظرية الحل الابتكاري للمشكلات وانتشرت عبر العالم بداية من الولايات المتحدة الامريكية، وهي عبارة عن مهارة معرفية تتضمن مجموعة من الطرق لحل المشكلات، وأقوى مميزات هذه النظرية أنها لها القدرة على اجتياز العوائق والمشكلات النفسية، ولها قدرات خارقة على تحليل العمليات لكي نستخدم المصادر المتاحة لنا بأفضل الطرق.

عرفها سيمون سافرانسكي Simon Safvansk بأنها نظرية منهجية منظمة ذات توجه إنساني تستند إلى قاعدة معرفية حيث أن الإنسان هو هدف هذه النظرية، وتهدف إلى حل المشكلات بطريقة إبداعية، وتشير المنهجية إلى وجود نماذج عامة من النظم والعمليات ضمن الإطار العام لتحليل النظرية.

نظرية تريز أكثر من مجرد طريقة لحل المشكلات التكنولوجية، إنها علم يشبه إلى حد بعيد علم الرياضيات التي يمكن توظيفها في مختلف جوانب حياة الإنسان، وتستند إلى تطبيق نماذج تطور العديد من النظم التكنولوجية. وبناء على هذه النماذج تطورت طرق البحث عن الحلول الإبداعية حيث تكونت من **ثلاث مكونات أساسية هي**:

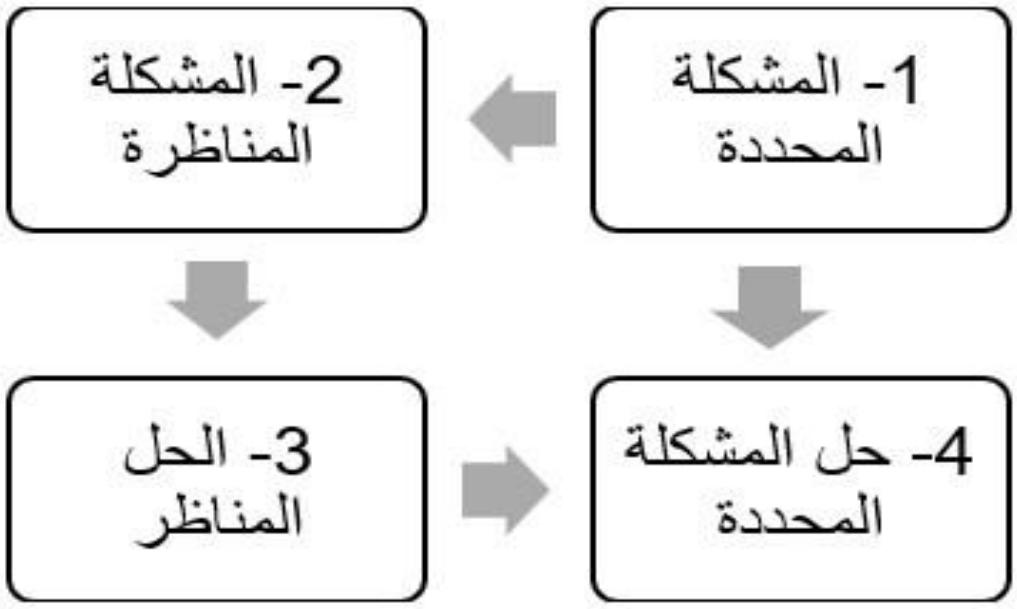
1- التحليل المنطقي للنظام ذي العلاقة ومشكلاته للتمكن من فهم جوهر المشكلة وإزالة التناقض الذي يعيق عملية حل المشكلة.
2- توظيف قاعدة المعرفة المتخصصة التي تتضمن أكثر طرق حل المشكلات فاعلية.
3- استخدام الوسائل والأدوات المناسبة لتجاوز العوائق النفسية التي تحول دون التمكن من الوصول إلى الحلول المناسبة للمشكلات.

وهي أيضاً نظرية تهدف إلى تقديم أدوات وأساليب لحل المشكلات بطريقة مبتكرة. وتهدف إلى تقديم حلول مبتكرة من خلال تحليل المشكلات. فهي نظرية تعزز الإبداع من خلال تقديم حلول مبتكرة للتحديات التقليدية، وتساعد في تجاوز القيود المعتادة عن طريق التفكير في التناقضات، كما توفر إطار عمل منهجي لتوليد الأفكار الجديدة.

منهجية نظرية تريز في حل المشكلات

يواجه المصممين نوعين من المشكلات يتضمن:

النوع الأول مشكلات يوجد لها حلول معروفة ويتبع في هذه المشكلات نموذجاً عاماً.

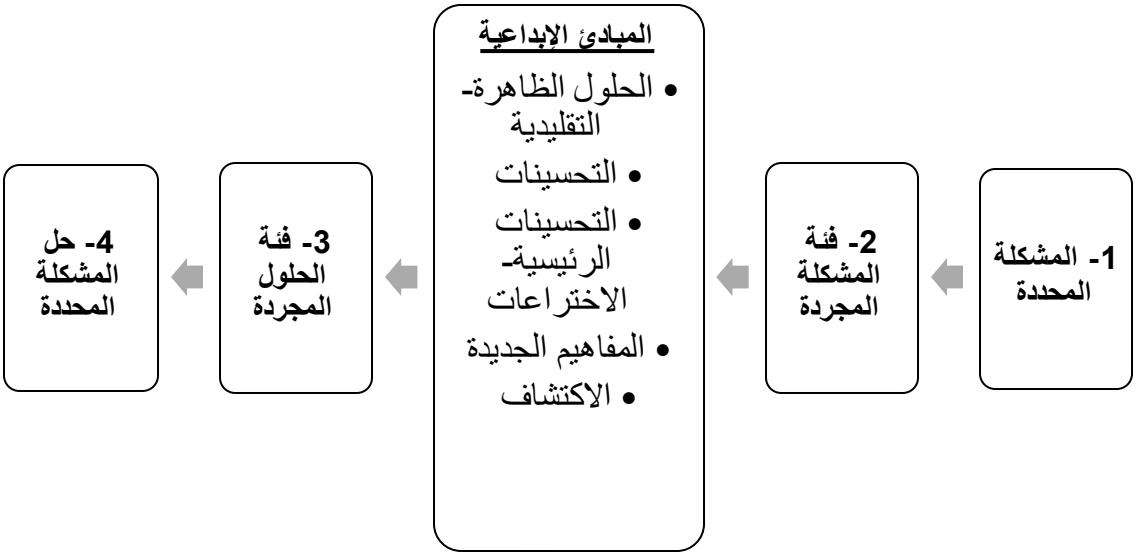


شكل ٣ يوضح النموذج العام لحل المشكلات

النوع الثاني

يتضمن مشكلات تحتوي متطلبات متناقضة، ولا توجد لها حلول معروفة وتستخدم طرائق مختلفة مثل العصف الذهني والمحاولة والخطأ في حلها وتباين عدد المحاولات اللازمة للوصول إلى الحل بناء على درجة تعقيد المشكلة.

قد كان هنري التشلر Henry Altchuller مهتماً بالمشكلات التي تتطلب حلولاً إبداعية، والتي عرفها بتلك المشكلات التي لا يوجد لها حلول معروفة ولكن يترتب عليها مشكلات أخرى. فوضع تصنيفاً لهذه المشكلات وحدد لكل مشكلة مبدأ أو أكثر لحلها.



شكل ٤ يوضح النموذج الأساسي لحل المشكلات في نظرية تريز

مبادئ نظرية الحل الإبداعي للمشكلات تريز- TRIZ

أدرك هنري التشلر Henry Altchuller من خلال قاعدة البيانات الضخمة التي قام بدراستها وتحليلها أن هناك عدداً صغيراً من المبادئ التي تتكرر عبر العديد من المجالات المختلفة. بعد الدراسة العميقة للنماذج العامة تبين أربعين مبدأ إبداعياً استخدمت مراراً في الوصول إلى حلول إبداعية وهم:

1- **مبدأ التقسيم /التجزئة**: هو عبارة عن حل المشكلة بتقسيم النظام إلى عدة أجزاء يكون كل منها مستقلاً عن الآخر أو عن طريق تصميم هذا النظام بحيث يكون قابلاً للتقسيم يمكن فكه وتركيبه. تعني تقسيم الكائن أو النظام إلى أجزاء أصغر يمكن التعامل معها بشكل مستقل. يمكن أن يساعد هذا في تحسين الكفاءة، وتقليل التعقيد، وزيادة المرونة.

2- **مبدأ الفصل/ الانسلاخ:** تحل المشكلات في هذا المبدأ عن طريق تحديد المكونات التي تعمل على نحو جيد والعمل على استبقائها، وتحديد المكونات أو الأجزاء الضارة أو تلك التي لا تعمل جيداً لفصلها والتخلص منها. يعني عزل أو فصل العناصر المتعارضة أو المتداخلة في النظام لتحقيق نتائج أفضل. يمكن أن يشمل ذلك الفصل الزمني، المكاني، أو الوظيفي.

3- **مبدأ الجودة المكانية:** تعني توزيع العناصر أو المكونات في النظام بطريقة تعزز من كفاءتها وأدائها. يهدف هذا المبدأ إلى استخدام المساحة بشكل أفضل لتحقيق نتائج محسنة.

4- **مبدأ اللاتماثل/ اللاتناسق:** يستخدم في حل المشكلات التي يمكن أن تنشأ عن التماثل عن طريق تغيير حالة التماثل في النظام إلى حالة عدم تماثل عن طريق زيادة درجة اللاتماثل.

5- **مبدأ الدمج/ الربط**: يتم حل المشكلات في هذا المبدأ عن طريق الربط المكاني أو الزمنى بين الأنظمة التي تؤدي عمليات متشابهة أو متجاورة، ويعبر هذا المبدأ عن جمع الأشياء أو المكونات المتشابهة التي تؤدي وظائف وعمليات

متوازية بحيث تكون متقاربة أو متجاورة من حيث المكان، من تجميع أو ضم هذه الأشياء أو الأجزاء والمكونات بحيث تؤدي وظائفها في أوقات زمنية متقاربة.

6- **مبدأ العمومية/ الشمولية**

7- **مبدأ الاحتواء/ التداخل:** يشير إلى إمكانية حل المشكلات عن طريق احتواء شيء في شيء آخر، وكذلك تمرير شيء معين في تجويف شيء آخر مما يجعل هذا الجسم يتداخل مع فراغات في جسم آخر.

8- **مبدأ الوزن المضاد (القوة الوازنة)**

9- **مبدأ الإجراءات التمهيدية المضادة**

10-**مبدأ الإجراءات التمهيدية القبلية**

11-**مبدأ المواجهة المسبقة للاختلالات**

12-**مبدأ التساوي في الجهد (تقليل التباين)**

13-**مبدأ القلب أو العكس**

14-**مبدأ التكوير/ الانحناء**

15-**مبدأ المرونة والحركة**

16-**مبدأ الأعمال الجزئية أو المفرطة**

17-**مبدأ البعد الآخر**

18-**الاهتزاز (التردد الميكانيكي)**

19-**العمل الفتري (الدوري)**

20-**استمرار العمل المفيد**

21-**مبدأ القفز أو الاندفاع السريع**

22-**تحويل الضار إلى نافع**

23-**مبدأ التغذية الراجعة**

24-**مبدأ الوسيط (الوساطة)**

25-**مبدأ الخدمة الذاتية**

26-**مبدأ النسخ**

27-**مبدأ استخدام البدائل الرخيصة**

28-**مبدأ استبدال النظم الميكانيكية**

29-**مبدأ استخدام البناء الهوائي أو الهيدروليكي**

30-**مبدأ الأغشية المرنة والرقيقة**

31-**مبدأ المواد النفاذية (المسامية).**

32-**مبدأ تغيير اللون**

33-**مبدأ التجانس**

34-**مبدأ النبذ وتجديد الحياة**

35-**مبدأ تغيير الخصائص**

36-مبدأ الانتقال من مرحلة إلى أخرى

37-مبدأ التمدد الحراري

38-مبدأ المؤكسدات القوية

39-الجو الخامل

40-مبدأ المواد المركبة

تتمثل المهارة في استخدام هذه المبادئ في القدرة على تعميم المشكلة لتحديد المبدأ المناسب للاستخدام في العملية التصميمية.

التكامل بين المنهج الإمبريقي وTRIZ

- **للإبداع في التصميم:** استخدام المنهج الإمبريقي لجمع البيانات والمعلومات حول المشكلات التصميمية، وتطبيق مبادئ TRIZ لتوليد حلول مبتكرة بناءً على البيانات المجمعة.
- **لتحسين العملية التصميمية:** تعزيز التفكير النقدي من خلال تحليل الأنماط والتجارب السابقة، واستخدام أدوات TRIZ لتوجيه عملية الابتكار وتقديم حلول فعالة.

ويمكن دمج المنهجين لتحقيق نتائج أكثر إبداعًا في العملية التصميمية:

- **استخدام البيانات التجريبية:** يمكن للمنهج الإمبريقي توفير بيانات واقعية تدعم تطبيق مبادئ TRIZ.
- **تجريب الحلول الابتكارية**: يمكن استخدام TRIZ لتوليد أفكار جديدة، ثم اختبارها من خلال المنهج الإمبريقي.

ومن هنا يمكن الجمع بين التحليل التجريبي والتفكير الابتكاري لتعزيز وتحسين العلمية التصميمية بشكل باستمرار.

تحليل الوضع الحالي
الوضع الحالي يتطلب تجميع للبيانات او تجارب سابقة لمعرفة نقاط القوة والضعف، وفهم السوق والاتجاهات الحالية للإبداع في العملية التصميمية من خلال المصممين والجهات المنفذة لحل المشكلات التصميمية لإرضاء المستخدمين والعملاء.
رؤية الاستراتيجية المقترحة
- تعزيز الابداع في العملية التصميمية. - تطوير حلول مبتكرة وفعالة تتجاوز القيود التقليدية وتلبي احتياجات المستخدمين بشكل أفضل دون الاضرار بالبيئة المكانية.
رسالة الاستراتيجية المقترحة
- **تحسين الكفاءة**: تقليل الوقت والموارد المستهلكة في حل المشكلات التصميمية. - زيادة الابداع من خلال دمج المنهجين لتحقيق نتائج تصميمية أكثر ابتكاراً وفاعلية. - القيام بتصميمات شكلية ووظيفية تتميز بجودة عالية في إنتاجها. - اعداد مصممين قادرين على حل المشكلات التصميمية.

أهداف الاستراتيجية المقترحة	
– تحقيق الابداع في العملية التصميمية بنسبه لا تقل عن٧٥% وتحقيق الرضا للمستخدمين. – طرح الكثير من الافكار في الطبيعة تلائم وتتناسب مع البيئة المكانية لتطوير حلول مبتكره. – زيادة الأفكار التصميمية من خلال التعرض لمبادئ حل المشكلات لتحسين العملية التصميمية.	
القيم المتضمنة بالاستراتيجية المقترحة	
لتحقيق رؤية الاستراتيجية، لابد من التركيز على القيم التصميمية وهي: الوظيفية والجمالية والاستدامة والاقتصادية والمرونة والبساطة والأمان والابداع والابتكار.	
الاستراتيجية المقترحة	
الدمج والتكامل بين المنهج الامبريقي ونظرية الحل الابتكاري للمشكلات للإبداع في العملية التصميمية.	
خطة العمل	
أولا: المنهج الامبريقي:	1- جمع البيانات 2- التجريب 3- تحليل النتائج
ثانياً: نظرية الحل الابتكاري للمشكلات TRIZ	1- تحديد المشكلة 2- تحليل المشكلة 3- تحديد معايير ووضع الفرضيات 4- توليد الأفكار وخطة التجربة 5- تطبيق مبادئ TRIZ 6- تقييم الحلول 7- تطوير الحل المختار 8- تنفيذ الحل 9- تقييم النتائج 10-تحسين مستمر
التكيف والتحسين المستمر	
التفكير في التحسينات الممكنة بناءً على التجربة والخبرة المكتسبة. أي إذا استمرت المشكلة، إعادة تقييم الأسباب وإجراء التعديلات اللازمة.	

مثال: تطبيقي على تحقيق خطة عمل استراتيجية المنهج الإمبريقي ونظرية حل المشكلات TRIZ للإبداع في العملية التصميمية لمشكلة مسطحات الدهانات الخارجية:

أولاً: المنهج الإمبريقي

يعتمد المنهج الامبريقي على التجربة والبيانات الملموسة. يمكن تطبيقه على مشكلة الدهانات الخارجية من خلال الخطوات التالية:

1- جمع البيانات

إجراء دراسات حالة على مشاريع سابقة لتحديد المشكلات الشائعة في الدهانات الخارجية.

جمع معلومات حول أنواع الطلاء، ظروف التطبيق، والعوامل البيئية.

2- التجريب

تنفيذ تجارب عملية لاختبار أنواع مختلفة من الدهانات في ظروف مناخية متنوعة.

مراقبة الأداء على المدى الطويل وتوثيق النتائج.

3- تحليل النتائج

استخدام البيانات المستخلصة لتحديد الأنماط والاتجاهات، مما يساعد في تحسين اختيار المواد وتقنيات التطبيق.

ثانياً: نظرية حل المشكلات TRIZ

هي منهجية تهدف إلى تحسين الإبداع في حل المشكلات. يمكن استخدامها في تصميم الدهانات الخارجية من خلال الخطوات التالية:

1- تحديد المشكلة:

تعتبر مشكلة الدهانات الخارجية من القضايا الشائعة في مجالات البناء والتشييد، حيث تتعلق بعدة جوانب تتعلق بجودة الأداء وطول عمر الطلاء.

تعريف المشكلة بشكل واضح (مثل تقشير الطلاء أو تغير اللون).

2- تحليل المشكلة:

تحليل التناقضات الموجودة، مثل الرغبة في الحصول على طلاء مقاوم للماء ولكن مع الحفاظ على نفاذية الهواء.

- **تآكل الطلاء**: التعرض لعوامل الطقس مثل الشمس، المطر، والرياح يمكن أن يؤدي إلى تآكل الطلاء وفقدان جودته.
- **تغير اللون:** التعرض المستمر لأشعة الشمس يمكن أن يؤدي إلى بهتان الألوان وتغيرها مع مرور الوقت.
- **التقشير والتشقق**: قد يحدث تقشير أو تشقق في الطلاء بسبب عدم الالتصاق الجيد بالسطح أو بسبب الرطوبة.
- **تكون الفطريات والعفن**: الرطوبة العالية يمكن أن تؤدي إلى نمو الفطريات والعفن على الأسطح المطلية.
- **تسرب المياه**: عدم استخدام دهانات مقاومة للماء يمكن أن يؤدي إلى تسرب المياه إلى الجدران، مما يسبب تلفًا داخليًا.
- **عدم التوافق مع السطح:** اختيار نوع الطلاء غير المناسب للسطح (مثل الخشب أو المعدن) يمكن أن يؤدي إلى مشاكل في الالتصاق والأداء.
- **التكلفة**: تكلفة الدهانات الجيدة قد تكون مرتفعة، مما يدفع البعض لاستخدام منتجات أقل جودة.
- **التطبيق غير الصحيح**: عدم اتباع التعليمات الصحيحة أثناء التطبيق (مثل عدد الطبقات أو وقت التجفيف) يمكن أن يؤثر سلبًا على النتائج.

3- تحديد معايير ووضع فرضيات

- **اختيار دهانات ذات جودة عالية**: استخدام دهانات مصممة لتحمل الظروف الجوية القاسية المناسبة للبيئة المكانية.
- **التحضير الجيد للسطح:** التأكد من تنظيف وتجهيز السطح بشكل جيد قبل تطبيق الطلاء.
- **التطبيق الصحيح:** اتباع التعليمات الخاصة بالدهان، بما في ذلك عدد الطبقات وطرق التطبيق.
- **الصيانة الدورية:** إجراء فحوصات دورية على الطلاء وإجراء الصيانة اللازمة عند الحاجة.

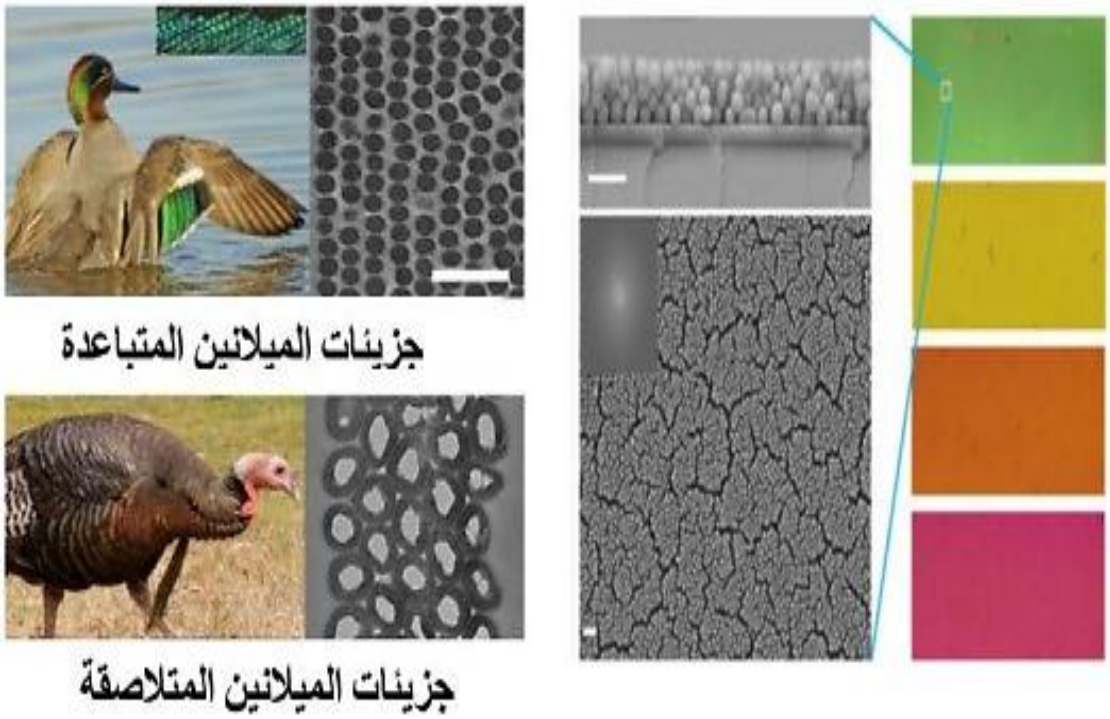
4- توليد الأفكار وخطة التجربة

1- اختيار المواد المناسبة: استخدام دهانات ذات جودة عالية ومناسبة للبيئة المحيطة (مثل الدهانات المقاومة للماء والأشعة فوق البنفسجية).
2- تحضير السطح: التأكد من أن السطح نظيف وجاف وخالي من الشوائب قبل تطبيق الطلاء، مما يعزز الالتصاق.
3- تطبيق تقنيات صحيحة: اتباع تقنيات التطبيق الصحيحة، مثل استخدام الفرش أو الرش بشكل مناسب، وتجنب الطبقات السميكة.
4- التجفيف والتهوية: الالتزام بفترات التجفيف الموصي بها بين الطبقات وضمان التهوية الجيدة أثناء عملية الطلاء.
5- الألوان المناسبة: اختيار الألوان التي تتحمل التعرض للعوامل الجوية وتظل ثابتة لفترة طويلة.
6- تقييم العوامل البيئية: مراعاة الظروف المناخية المحلية مثل الرطوبة، ودرجات الحرارة، والتعرض لأشعة الشمس عند اختيار نوع الطلاء.
7- الصيانة الدورية: إجراء فحوصات دورية للدهانات والتأكد من عدم وجود تلف أو تآكل، وإجراء الصيانة اللازمة عند الحاجة.
8- التوافق مع السطح: التأكد من أن نوع الطلاء متوافق مع نوع السطح (مثل الخشب، المعدن، أو الخرسانة).
9- استخدام التقنيات الحديثة: الاستفادة من التقنيات الحديثة مثل الطلاء الذكي أو الدهانات التي تحتوي على مواد مضادة للبكتيريا.
10-تدريب العمال: توفير التدريب اللازم للعمال على كيفية تطبيق الدهانات بشكل صحيح لضمان الجودة.

5- تطبيق مبادئ TRIZ

تطبيق ٤٠ مبدأ من مبادئ TRIZ، مثل:

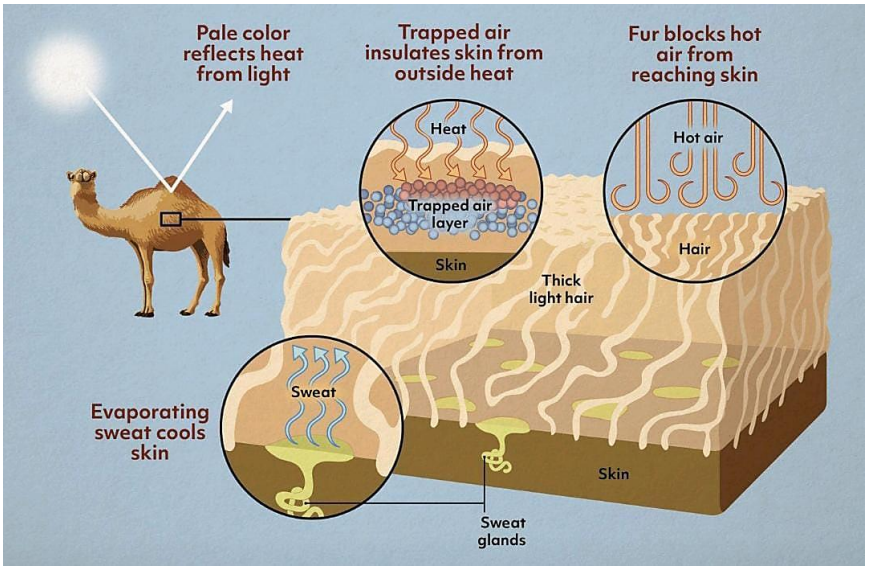
- **مبدأ التجزئة**: يمكن تطبيق مبدأ التجزئة من خلال تطوير نظام دهان يتكون من عدة طبقات، حيث تحتوي كل طبقة على خصائص معينة (مثل طبقة مقاومة للماء، وطبقة ملونة، وطبقة واقية). هذا يسمح بتحقيق أداء أفضل، حيث يمكن تحسين كل طبقة بشكل مستقل.



شكل ٥ يوضح محاكاة ألوان الطيور في انتاج صبغات أمنة وغير سامة في الدهانات

فمن خلال محاكاة ألوان الطيور فقد تم إنتاج صبغات آمنة وغير سامة في الدهانات تعتمد على تراكيب الميلانين مستوحاة من الألوان الحيوية لريش الطيور، فالألوان من الأسود الغامق إلى الأصفر الكناري تتكون جميعها من نفس المواد الأولية الثلاثة وهي: الميلانين- الكرياتين- الهواء. ولكن بخلاف الطيور الميلانين والكرياتين يختلطون معاً لإنتاج الألوان من خلال التجميع لجزيئات الميلانين.

- **مبدأ الجودة المكانية:** يمكن تطبيق مبدأ الجودة المكانية من خلال تصميم نظام دهان يحتوي على طبقات موزعة بشكل استراتيجي. على سبيل المثال، يمكن وضع طبقة مقاومة للماء في الأسفل، تليها طبقة عازلة للحرارة، ثم طبقة ملونة في الأعلى. هذا التوزيع يعزز من الأداء العام للدهان.

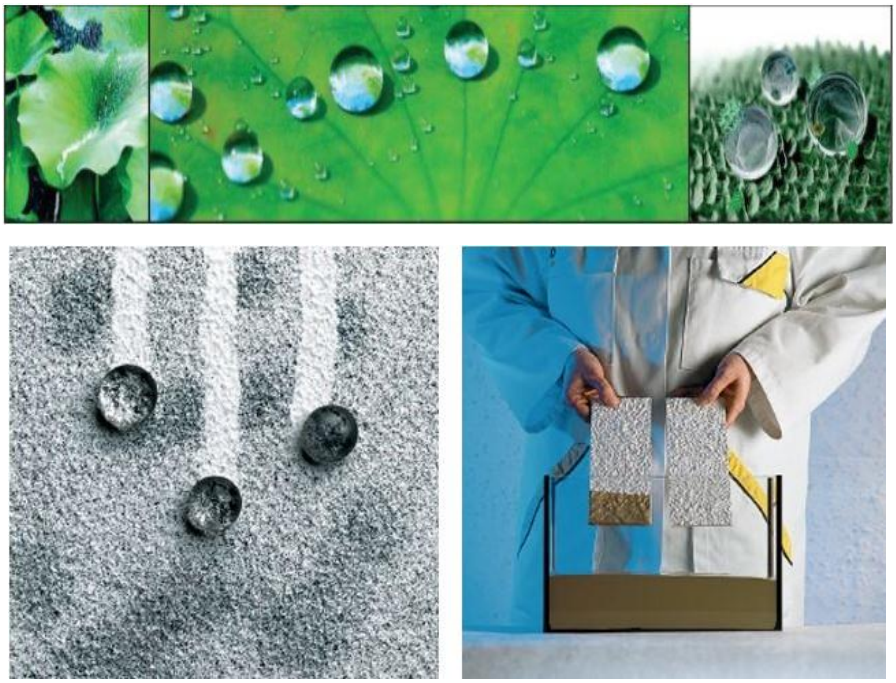


شكل ٦ يوضح طبقات فروة الجمل العاكسة للحرارة

من خلال محاكاة فروة الجمل حيث يكون من عدة طبقات ويتمتع الجلد بطبقة عازلة للحرارة وعاكسة للأشعة.

نتيجة (١): من خلال تطبيق مبدأ التجزئة ومبدأ الجودة المكانية على فروة الجمل ومحاكاة ألوان الطيور يمكننا من إنشاء دهانات مكونه من طبقات عازلة للحرارة وعاكسة لأشعة الشمس وإنتاج صبغات أمنه وغير سامه.

- **مبدأ الفصل والانسلاخ:** يمكن استخدام مبدأ الانسلاخ لتطوير طلاء يتكون من طبقات متعددة، حيث تحتوي كل طبقة على خصائص معينة (مثل طبقة مقاومة للماء، وطبقة عازلة للحرارة، وطبقة ملونة وطبقة ذاتية التنظيف). هذا يسمح بتحقيق أداء أفضل مع الحفاظ على جمالية الطلاء.

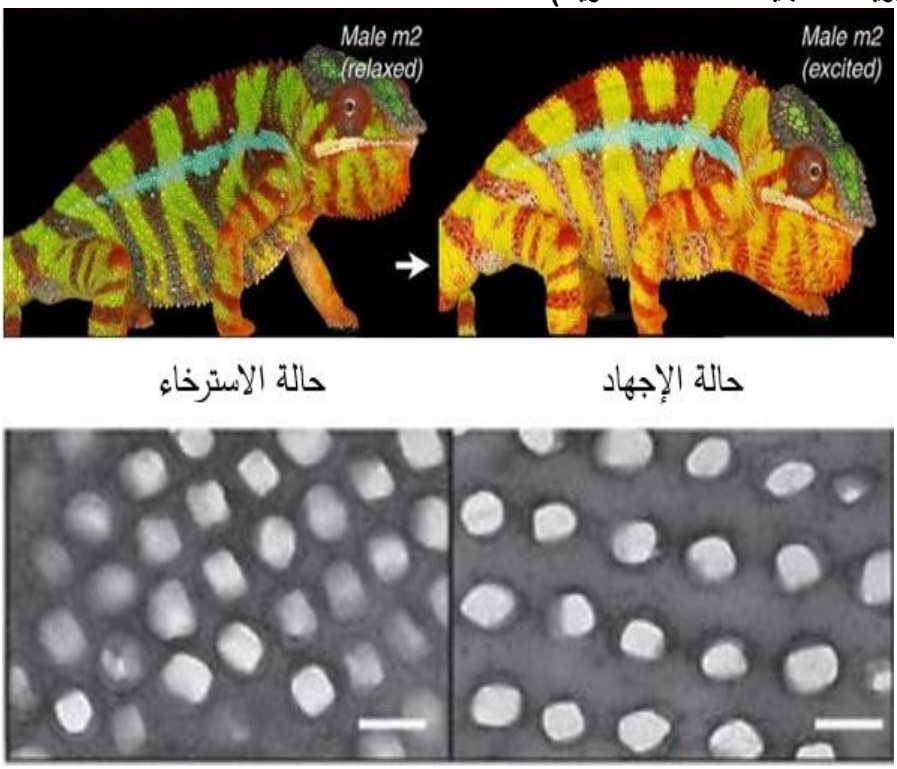


شكل ٧ يوضح محاكاة أوراق اللوتس في دهانات ذاتية التنظيف

فمن خلال محاكاة أوراق اللوتس ذاتية التنظيف يمكنا عمل مسطحات تجمع بين الخشونة السطح على المستوى النانوى والشمع المقاوم للماء.

نتيجة (٢): من خلال تطبيق مبدأ الفصل والانسلاخ على محاكاة مسطح أوراق اللوتس يمكنا عمل مسطح من الدهانات تجمع بين الخشونة والشمع المقاوم للماء تتميز بالتنظيف الذاتي والمقاومة للماء.

- **مبدأ تغيير اللون:** يمكن استخدام مواد تتغير ألوانها عند تعرضها لأشعة الشمس أو الرطوبة. على سبيل المثال، يمكن لطلاء المنزل أن يتغير لونه ليشير إلى الحاجة إلى إعادة الطلاء أو الصيانة.

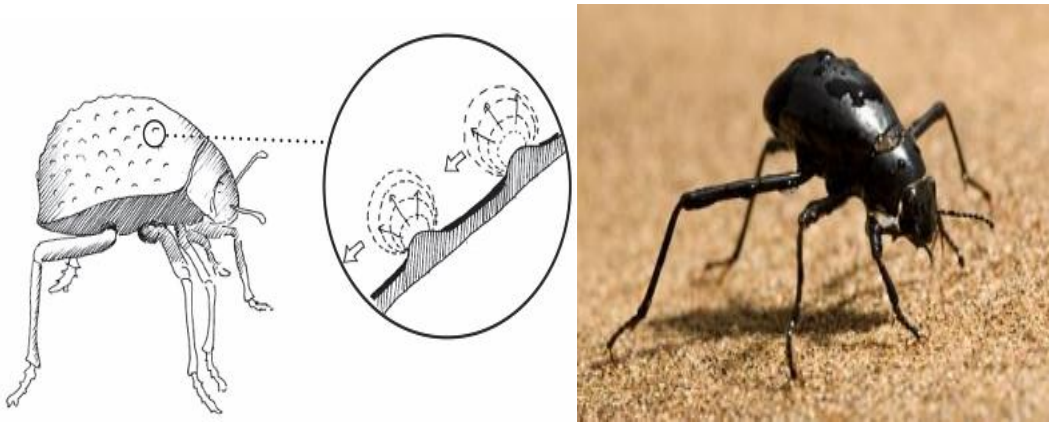


شكل ٨ يوضح التغيير اللوني للحرباء في حالة الاجهاد والاسترخاء

من خلال محاكاة جلد الحرباء التي تتميز بالقدرة على التغيير اللوني عن طريق السيطرة على خلية الصبغة بهدف التمويه أو الحفاظ على درجة حرارة الجسم من خلال الحالات التي تمر بها من الشعور بالاسترخاء أو التوتر. فتم التوصل إلى آلية تغيير اللون على ضبط التباعد بين البلورات النانوية مما يعكس أطوال موجية مختلفة فتنتج التركيبات البلورية والاصباغ معاً اللون العام، وهي مادة ذات وزن خفيف ومرونة عالية قادرة على التمييز بين الضغوط المطبقة في الوقت الحقيقي.

نتيجة (٣): من خلال تطبيق مبدأ تغيير اللون على محاكاة جلد الحرباء يمكنا من عمل مسطح من الدهانات مواد تتغير ألوانها عند تعرضها لأشعة الشمس أو الرطوبة.

- **مبدأ العمومية/ الشمولية:** وهو جعل النظام قادراً على أداء عدة وظائف أو مهمات وجعل كل من أجزاء النظام قادراً على القيام بأكبر عدد ممكن من الوظائف وبذلك تقل الحاجة لوجود أنظمة أخرى.



شكل ٩ يوضح عملية تجميع بخار الماء على سطح الخنفساء الصحراوية

من خلال محاكاة سطح الخنفساء يمكنا التوصل لعمل مسطح من الدهانات تقوم بتخزين قطرات الماء في الصباح وإعادة استخدام المياه في الري والعمليات الحيوية.

نتيجة (٤): من خلال تطبيق مبدأ العمومية/ الشمولية على محاكاة سطح الخنفساء يمكنا من الإبداع في تصميم مسطح من الدهانات تقوم بتخزين قطرات الماء وإعادة استخدامها في الري والعمليات الحيوية.

6- تقييم الحلول:

تقييم الحلول المقترحة بناءً على المعايير المحددة، واختيار الأكثر فعالية، ومقارنة الحلول الناتجة من المنهج الإمبريقي وTRIZ لتحديد الأفضل من حيث الكفاءة والتكلفة.

7- تطوير الحل المختار:

اختيار الحل الأنسب وتطوير الحل المختار بشكل مفصل، بما في ذلك خطط التنفيذ.

8- تنفيذ الحل:

تنفيذ الحل على أرض الواقع ومراقبة النتائج، وتطبيق الطلاء وفقًا للإجراءات الصحيحة.

9- تقييم النتائج:

تقييم فعالية الحل بعد التنفيذ، والتحقق من تحقيق المعايير المحددة. من خلال مراقبة الطلاء بعد التطبيق وتحديد مدى تحسن الأداء.

10- تحسين مستمر:

التفكير في التحسينات الممكنة بناءً على التجربة والخبرة المكتسبة. أي إذا استمرت المشكلة، إعادة تقييم الأسباب وإجراء التعديلات اللازمة.

استخدام البيانات المستخلصة من التجارب لتحديد الخصائص المطلوبة في الطلاء، ثم استخدام مبادئ TRIZ لتطوير تركيبات جديدة تلبي هذه الخصائص.

تحليل النتائج

تناولت الدراسة صياغة المعرفة العلمية القائمة عن الإشكالية المرتبطة بجوانب العملية التصميمية وتحقيق جميع التساؤلات وبذلك الشكل يسمح بالاستفادة منها والاعتماد عليها في دعم مجال التصميم. نتج عنها:

- معرفة الخطوات المتبعة في العملية التصميمة ومبادئها ومعاييرها وقيم العملية التصميمة.
- تناول المنهج الامبريقي والعلاقة بين التجريب وحل المشكلات من أجل تحقيق العلاقة بين نظرية الحل الإبداعي للمشكلات TRIZ والمنهج الامبريقي لتعزيز العملية التصميمية.
- صياغة خطة استراتيجية توضح الدمج والتكامل بين المنهج الامبريقي ونظرية الحل الابتكاري للمشكلات للإبداع في العملية التصميمية.
- الاستشهاد بمثال لتطبيق الاستراتيجية وكيفية الاستفادة منها للإبداع في العملية التصميمية.

التوصيات المقترحة

يوصى بما يلي:

- جمع البيانات وتحليلها قبل العملية التصميمة.
- يجب الدمج بين المنهج الامبريقي ونظرية الحل الإبداعي للمشكلات للإبداع في العملية التصميمية.
- زيادة الاعمال البحثية لدراسة كيفية تطبيق حل المشكلات للإبداع في العملية التصميمية.

المراجع العربية

-ابتسام ناصر بن هويمل، "المنهج التجريبي"، رسالة ماجستير (منشورة)، قسم الإدارة والتخطيط التربوي، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية الرياض، ١٤٣٣/١٤٣٤.

resalet magester, qesm al edara w altakhtet ,- Ebtsam nasr benhoymel," Al manhag altagreby" altarbawy, kolyet al olom al egtmaaya, gamat al emam mohammed ben sood al eslamya al reyad, 1433/1434.

-اية ابو الخير بشار، "محاكاة الطبيعة كمدخل لتطوير العملية التصميمية"، مجلة جامعة الأزهر كلية الهندسة، مجلد ١٤- العدد٥٢، يوليو ٢٠١٩.

- Aya abo elkhair bashar, "mohakat altabeaa kmadkhal l ttweer al amalya al tasmemya", megalt gameat al Azhar, kolyat alhandasa, mogalad 14- aladd 52, yolyo 2019.

-أسماء مرسي إبراهيم موسي، "الاستفادة من بعض مبادئ نظرية الحل الإبداعي للمشكلات "تريز- TRIZ" لتدريس مقرر "تنوق الموسيقى العربية""، مجلة حوار جنوب- جنوب- أكتوبر- العدد التاسع عشر، ٢٠٢٣.

- Asmaa morsi Ebrahim mosa, "alestfada men bad mabadea nazaryt al hal al ebdaey llmoshkelat TRIZ ltaddres mokarrar tazawok al moseqa al arabya", megalt howar ganob - october- aladd altaseashar,2023.

-فاطمة مخلوفي، "أثر برنامج تريز (الحل الإبداعي للمشكلات) على التفكير الإبداعي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية بورقلة"، رسالة دكتوراه (منشورة)، قسم علم النفس وعلوم التربية، كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية، جامعة قاصدي مرباح بورقلة، ٢٠١٨.

- Fatma makhlofy, athar barameg TRIZ al tafkeralebdaee leda tlamez almarhala alebtdaeya bwarkala, resalt doctora ,qesm elm alnafs w olom altarbya, kolyat alolom alensanya w alegtmaeya, gamet qasdy mrbah bwarqalah, 2018.

المراجع الأجنبية

- F. M. Anayet Hossain, "A Critical Analysis of Empiricism", Scientific Research, Open Journal of Philosophy, 2014, 4, 225-230 Published Online August 2014 in SciRes. http://www.scirp.org/journal/ojpp http://dx.doi.org/10.4236/ojpp.2014.43030