

توظيف التحليل المورفولوجي كمنهجية لإستيلاد سيناريوهات تطوير مبتكرة؛ يسهل بنائها وتقييمها وفرزها .. (دراسة حاله على نظام أثاث معدني)

**Using morphological analysis as a methodology in generating creative development scenarios; those can be easily prepared, evaluated and sorted.
(Case study on metal furnishing system)**

أ.د/ أحمد حامد مصطفى المعلاوي

استاذ التصميم بقسم الاثاثات والانشاءات المعدنية - كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان

م.د/ ياسر عيد محمد علي

المدرس بقسم الاثاثات والانشاءات المعدنية - كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان

الملخص:

تكمن مشكلة البحث في الحاجة إلى منهجية إبداعية تشاركية تستخدم في تطوير أنظمة التأثيث والإنشاء المعدني، وتساعد في إستيلاد أعداد كبيرة من البدائل البنائية المحتملة التي يمكن تشكيلها وفرزها داخل حقول افتراضية للأفكار، ثم تقييمها طبقاً لمرشحات ومعايير محدد. وعلية تنطلق مبررات البحث في ضوء الإستفسارات التالية: كيف يمكن بناء منهجية للتصميم بالإستعانة بمبادئ التحليل المورفولوجي؟ وكيف يمكن توظيفها في إستيلاد بدائل تطوير محتملة؟ وما هي محددات التقييم والفرز للوصول إلى سيناريوهات تطوير ممكنة؟

وبالتالي أضحى الهدف من البحث هو توظيف التحليل المورفولوجي كمنهجية لإستيلاد سيناريوهات تطوير مبتكرة لأنظمة التأثيث المعدني، يسهل بنائها وإختبارها وفرزها، وقد تم التحقق من هذا الهدف: إنطلاقاً من فرضية للبحث مفادها أن توظيف المنهجية المقترحة في حل مشكلات التصميم، يعزز من قدرات المصمم الإبداعية، ويوفر سيناريوهات تطوير مبتكرة لتلك الأنظمة، وقد أنجز الهدف وفقاً لمنهج وصفي تحليلي أركز بدوره علي ثلاث محاور للبحث أولها: خصائص وتقنيات وخطوات التحليل المورفولوجي، وثانيها: كيفية بناء سيناريوهات افتراضية للأفكار الإبداعية، وثالثها: منهجية مقترحة للتحليل المورفولوجي لبناء سيناريوهات تطوير المنتج، وقد أختتم البحث ببعض النتائج منها:-

- أن تراجع حجم الصادرات المصرية من أنظمة الأثاث، يعود في بعض جوانبه إلى عملية التصميم، وأن معالجة هذا التراجع يتطلب تبني منهجية متكاملة قائمة على توظيف أساليب إبداع تشاركية- كالتحليل المورفولوجي- واستخدام أدوات برمجة رقمية والاستعانة بخبراء، بغية إستيلاد سيناريوهات تطوير مبتكرة تدعم القدرة التنافسية لتلك الأنظمة.

تتدرج المنهجية المقترحة لتطوير نظم الأثاث المعدني من: تشخيص الخلل إلى تحديد مقتضيات التطوير، ثم تحليل البناء الوظيفي، تفكيك النظام، إبتكار بدائل لعناصر النظام وإعادة تركيبها في مصفوفة متشابكة، إنشاء تشكيلات محتملة، تقييم وفرز فضاء الحلول وأخيرا التحقق من سيناريو التطوير النموذجي الذي يكون مبتكراً وقابلاً للتطبيق.

Abstract:

Keywords: Morphological analysis, Scenario building, problem solving, thinking methods, system functions

The problem of research is the need for a creative and participatory methodology that used in the development of metal furnishing and construction systems, and help designers to generating a large number of potential structural alternatives that can be formed, sorted and evaluated according to predefined filters and criteria into virtual fields. Hence the research questions are: How can build design methodology by using the principles of morphological

analysis? How can this methodology be used to generate potential development alternatives? What are the criteria for evaluating and sorting possible development scenarios?

Accordingly, the main aim of the research is based on using morphological analysis as a methodology in generating creative development scenarios; those can be easily prepared, evaluated and sorted (case study on metal furnishing system). This aim has been verified by the following hypothesis: the use of the proposed methodology in solving design problems will increase the creative & logical capabilities of the designer and provide several scenarios for innovative solutions that contribute to the development of metal furnishing systems. The aim has been achieved according to descriptive analysis methodology that contains 3 themes. First: the morphological analysis: characteristics & techniques, second: Ways to build virtual scenarios for creative ideas; and the third, a proposing methodology for morphological analysis used in building product development scenarios. The research concluded with some results such as:

- The decline of Egyptian exports of furnishing systems, due in some respects to the design process. The solution to this decline requires the adoption of an integrated methodology based on the use of creative and participatory methods such as morphological analysis. In addition to using digital programming tools & employing experts, in order to generating development scenarios that support the competitiveness of these systems.

The proposed methodology for furnishing systems development includes the following steps: diagnosis of the problem, identification of development requirements, functional construction analysis, disassemble the system, innovate alternatives to system elements and re-installed in a tangled matrix, generate possible scenario, evaluate & sort solutions space and finally build an innovative and applicable model development scenario.

كلمات مفتاحية:

التحليل المورفولوجي، بناء السيناريو، حل المشكلات، أساليب التفكير، وظائف النظام

التحليل المورفولوجي هو أحد أبرز الأساليب الإبداعية الفعالة في مجال الاستشراف والتنبؤ والتعرف على البدائل المحتملة والسيناريوهات الممكنة، جرى تطبيقه في العديد من الحقول المعرفية وبخاصة ذات طبيعته الكيفية مثل الإبداع والتصميم والنمذجة. ومن ثم سعت الدراسة إلى الاستفادة من مبادئ التحليل المورفولوجي ودمجها بخصائص الدراسات المستقبلية، للوصول إلى منهجية نظامية في حل مشكلات التصميم، ما يوفر بدائل كثيرة لتطوير نظم التأثير المعدني، ويساعد على إجراء تحليلات متعمقة لها، من خلال تجزئة الموقف التصميمي المستهدف إلى أبعاده الأساسية، وتحديد العناصر المؤثرة في بنيته، ثم ابتكار بدائل لها وربطها بالطرق الممكنة للحل، بغية استيلاء توليفات محتملة وتشكيلات بنائية مبتكرة داخل الحقل المورفولوجي، ثم توظيف تطبيقات رقمية لتقييم وتقليص حالات اللايقين، وإعادة ترتيب بدائل التطوير المحتملة للوصول إلى سيناريوهات تطوير متسقة قابلة للتطبيق يمكنها أن تُحدث تحسناً في الموقف التصميمي.

ومن هنا، تكمن مشكلة البحث في الحاجة إلى منهجية إبداعية تشاركية تستخدم في تطوير أنظمة التأثير والإنشاء المعدني، وتساعد في استيلاء أعداد كبيرة من البدائل البنائية المحتملة التي يمكن تشكيلها وفرزها داخل حقول افتراضية للأفكار، ثم يتم تقييمها وفقاً لمرشحات ومعايير محدده. وتنطلق مبررات البحث في ضوء الاستفسارات التالية: كيف يمكن بناء منهجية للتصميم بالاستعانة بمبادئ التحليل المورفولوجي؟ وكيف يمكن توظيفها في استيلاء بدائل تطوير محتملة؟ وما هي محددات التقييم والفرز للوصول إلى سيناريوهات تطوير ممكنة؟ وبالتالي أضحى الهدف من البحث هو توظيف التحليل

المورفولوجي كمنهجية لاستيلاء سيناريوهات تطوير مبتكرة لأنظمة التأثيث المعدني، يسهل بنائها واختبارها وفرزها، وقد تم التحقق من هذا الهدف: انطلاقاً من فرضية مفادها أن توظيف المنهجية المقترحة في حل مشكلات التصميم: يعزز من قدرات المصمم الإبداعية ويوفر سيناريوهات تطوير مبتكرة لتلك الأنظمة، واستناداً إلى منهج وصفي تحليلي فقد تم تقسيم البحث إلى ثلاث محاور على النحو التالي:

أولاً: التحليل المورفولوجي .. (تطبيقات، تقنيات، خطوات)

إن التقدم الهائل والمتسارع في تقنيات وعلوم التصميم قد ساهم بشكل كبير في إيجاد حلول وبدائل لمشكلات التصميم، ولكنه في الوقت ذاته أضفى عليها مزيداً من التعقيد بسبب تعدد صور هذه المشكلات وتنوع عناصرها وتعقد علاقاتها البيئية. ورغم اعتماد المصمم على تقنيات وأساليب إبداعية عدة في تعزيز التفكير الإبداعي مثل: العصف الذهني **Brainstorming** الذي يستخدم لتحفيز عدة أشخاص في توليد أفكار جديدة بأسرع وقت، وأسلوب السينتكس **Synectics** بوصفه طريقة لحل المشاكل تركز على خبرات متنوعة، وأسلوب التشبيهات **Analogies** بوصفه طريقة استقصاء حلول من خلال فحص نظيراتها في المصادر المماثلة، وأسلوب تريز **Tips/Triz** بوصفه طريقة لحل المشكلات الهندسية من خلال أدوات عديدة: كتحليل التناقض، أشكال التحول، تحليل مجال التصميم، التحديد التوقعي للفشل، وخوارزمية حل المشاكل المبتكرة. ورغم هذا التنوع إلا أن الأسلوب المورفولوجي، كأحد أساليب الإبداع التشاركية **Participatory Methods**، يتميز بمنهج منظم وفعال للاكتشاف والتحليل والاستقراء والابتكار، ويمكن للمصمم أن يستخدمه في حل كثير من مشكلات التصميم المعقدة واستيلاء وتقييم أعداد كبيرة من الأفكار والحلول لها، من خلال توظيف قدرات التفكير التحليلي والتركيبي والبنائي في إعداد العديد من بدائل التطوير.

A. مفهوم (التحليل – المورفولوجي) Morphological Analysis

تُعرف القدرة على التحليل وفقاً لـ ريبير **Reber** م2ص7، بأنها المقدرة العقلية التي تُمكن الفرد (المصمم) من الفحص الدقيق للوقائع والأفكار والحلول والأشياء والمواقف، وتفتيتها إلى أجزائها، أو تقسيمها إلى مكوناتها وهو ما يؤدي إلى فهم أجزاء الموقف محل الاهتمام، وتفتيته إلى مكوناته الأصغر، كما تسمح بإجراء عمليات أخرى على تلك الأجزاء كالتصنيف والترتيب والتنظيم. في حين يرجع مصطلح مورفولوجي إلى أصل يوناني **Morphe-logy** ويعني علم دراسة الشكل أو التكوين، ويشير لغة إلى الشكل والانشاء والترتيب لأجزاء الموضوع وعلاقتها بالكل العام، ويعد أحد روافد علم الأحياء المهتم بالبحث في التكوين والتركيبي البنائي للكائنات الحية. وقد بدأ تطوير أسلوب التحليل المورفولوجي في سياق حل المشكلات التقنية، وطبق لأول مرة في منتصف القرن الماضي على يد عالم الفيزياء الفلكية زويكي **Fritz Zwicky** في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا **CalTech**.

ويشار إلى التحليل المورفولوجي اختصاراً بـ (MA)، ويُعرف وفقاً لـ إيفبومان **Evbuomwan** م17ص3 بأنه منهج منظم لتوليد تنوعات عديدة من التصاميم والحلول تسمى بدورها مورفولوجيز **morphologies**، وغالباً ما تكون كثيرة الأعداد، بعضها منطقي وبعضها غير ذا قيمة. كما يُعرف (MA) وفقاً لـ ريتشي **Ritchey** م19ص1 بأنه طريقة لإنشاء وتنظيم مجموعة علاقات بشكل صارم لتجميعات المشاكل الاجتماعية والتقنية التي لا يمكن قياسها بسبب طبيعتها. وأضاف في موضع آخر م12ص1 أن هذا الأسلوب يشير إلى تحليل العلاقات البنائية داخل انضباط علمي محدد. وفي ذات السياق اعتبره مارتن **Martin** م.21ص2 بمثابة أسلوب يؤدي إلى تصنيف منهجي شامل وتقييم للتوليفات البديلة والممكنة للقدرات الفرعية التي يمكن دمجها لتوفير قدرة وظيفية معينة.

وفي ذات الأطار ذهب زويكي م11ص17 إلى أن الغرض من (MA) يكمن في تحقيق منظور تخطيطي على نطاق واسع لاستكشاف كل الحلول الممكنة لمشكلة ما. وأضاف في موضع آخر م21ص1 أن هذا الأسلوب هو أساس للاكتشاف والاختراع والبحث، واقترح إجراء تحقيق شامل في جميع الحقائق وتقييمها على نحو سليم لغرض اختيار الأشياء التي تحقق متطلباتنا على أفضل وجه. وأشار عثمان م4ص87 إلى أن الهدف من (MA) هو تحليل المشكلة المنظورة إلى مجموعة أفكار جزئية ثم يتم إعادة تركيب تلك الأفكار معاً بشكل منطقي لتعطي أفكاراً كلية بخصائص جديدة، من خلال التركيز على الشكل والنوعية **form & quality** أكثر من التركيز على الوظيفة والكم **function & quantity**. كما اعتبره دراجومير م16ص2 Dragomir طريقة عامة للهيكلة والتحقق من مجموع العلاقات المتضمنة في تعقيدات المشكلات ذات الأبعاد المتعددة والتي تكون عادة غير قابلة للتجزئة. وعن المبررات التي تبرر الحاجة إلى استخدام هذا الأسلوب، فقد حددها ريتشي م11ص17 في النقاط التالية:-

1. أن بعض المشاكل ليست بالضرورة قابلة للقياس الكمي، وإن الطرق الكمية التقليدية والنمذجة السببية والمحاكاة غير مجدية نسبياً في حلها.
 2. أن عدم اليقين المتزايد يجعل من الصعب تقسيم الأفكار المعقدة للمستقبل (حلول وبدائل التطوير) إلى نماذج بسيطة.
 3. لا تتوفر مراجعة دقيقة وكافية لوصف عملية الانتقال من صياغة مشكلة ما إلى حلول محددة لها.
- وبناء على ما سبق يمكن اعتبار التحليل المورفولوجي بمثابة منهج نظامي مخطط في تحليل واستقراء واستيلاء حلول مبتكرة لمشكلات التصميم المعقدة ومتعددة الأبعاد، من خلال تقسيمها إلى كيانات بسيطة، ثم إعادة تركيبها بشكل مبتكر لإنتاج حلول كثيرة يتم تقييمها وفرزها لاستبعاد الغير مناسب منها، ما يوفر فرصاً كبيرة لتعزيز الإبداع عند المصممين.

B. تطبيقات التحليل المورفولوجي في مجال التصميم

لم يعد التحليل المورفولوجي يقتصر على حقل الابتكار التكنولوجي كما كان منذ نشأته، وإنما تم التوسع في استخدامه ليمتد إلى حقول معرفية أخرى مثل: الهندسة وتصميم المنتجات، نظرية التصميم العام والهندسة المعمارية، الدراسات المستقبلية، التنبؤ التكنولوجي، إدارة العلوم، الإبداع والابتكار، إدارة المعرفة وأساليب النمذجة. كما أضحت له علاقة وطيدة بمتابعة تطور الأنظمة الديناميكية المركبة، وإعداد السيناريوهات، وما يتبع ذلك من وضع إستراتيجيات بديلة يمكن اعتمادها. وفي هذا الأطار اقترح زويكي م12ص1 تعميم مفهوم البحث المورفولوجي وتطبيقه ليس فقط لدراسة الأشكال الهندسية والبيولوجية والبيولوجية والهياكل المادية فحسب، بل أيضاً لدراسة العلاقات البنائية الأكثر تجريباً بين الظواهر. وعن أهمية ذلك الأسلوب في استشراف مستقبل ظاهرة ما أشار ريتشي م19ص1 إلى أنه يمكن توظيفه في: وضع وتطوير السيناريوهات، تحليل المخاطر، ربط الوسائل والغايات في فضاءات معقدة، تطوير نماذج لتحليل المواقع، وتمثيل علاقات معقدة للغاية في شكل نماذج مرئية ومفهومة.

وقد برز أسلوب (MA) في قطاع الهندسة وتصميم الإنتاج، وقدمت دراسات عدة في هذا المجال منها: م9ص143 سُبُل تطبيق (MA) من خلال التصميم بمساعدة الحاسوب CAD، كما أنجز غريغوري دراسة حول التحليل المورفولوجي التطوري **voluntary Morphology** في مجال التصميم الصناعي، وتم تقديم دراسة حول مفهوم التصميم من خلال استخدام المصفوفة المورفولوجية المتأزرة لكلٍ من فيبر وكندو، وأخري حول منهجية التصميم في الهندسة المعمارية لبروبورسكا، كما ساهم زيلر في بحث موضوع إنشاء مدرسة مستدامة في مجال التصميم من خلال التحليل المورفولوجي.

C. أهمية توظيف التحليل المورفولوجي في حل مشكلات التصميم

يُبنى أسلوب (MA) على منهج علمي في التحليل في فضاء المشكلة خلال دوائر من التحليل والتوليف وتحديد المتغيرات المنظمة، وبالتالي يخلق نموذجاً حقيقياً ودينامياً، أي مساحة متغيرة مرتبطة بالمدخلات والمخرجات التي تم الحصول عليها، والفرضيات التي قدمت. ووفقاً لـ زويكي م19ص8 يتصرف يمكن لهذا الأسلوب أن يساعد (المصمم) في النقاط التالية:

1. يوفر مسارات غير متحيزة لاستخلاص جميع الحلول الممكنة لأي مشكلة تصميمية.
2. يساعد على اكتشاف علاقات أو تكوينات جديدة قد لا تكون واضحة للمصمم أو تلك التي قد لا ينتبه إليها باستخدام طرق أخرى أقل تنظيماً.
3. يساعد على تحديد الأطر الحدية، والتحقق منها، مثل أبعاد وحدود المواقع والمتغيرات المتعلقة بمشكلة التصميم.
4. له مزايا محددة في الاتصال والتعاون الإبداعي، ولا سيما في الأعمال الجماعية.
5. يمثل- عملية- طريقة واضحة في تحديد المعالم والظروف والعوامل المرتبطة بظاهرة ما.
6. يوفر تحليلات متشابهة يمكن استغلالها كمفارز لبدائل التصميم والحلول وفقاً لقيمتها.

ورغم تلك المزايا إلا ان توظيف (MA) في حل مشكلات التصميم قد يلقي معوقات منها:

1. صعوبة تحديد مشكلة التصميم وإنشاء وربط المتغيرات المتعلقة بها، خاصة إذا كان اعداد مخطط لتلك المتغيرات يستغرق وقتاً وجهداً منظماً، ويؤدي التساهل فيه إلى حقول مورفولوجية غير مجدية.
2. يقع على عاتق المصمم، بالإضافة إلى المستفيدين والداعمين، مسؤولية التأكد من تشكيل فريق من ذوي الخبرة لإجراء التحليل المورفولوجي ونمذجة المدخلات بشكل صحيح.
3. أن النمذجة المورفولوجية المثالية ينتج عنها أعداد كبيرة من الأفكار والحلول، ما يتطلب الاستعانة بأدوات برمجة رقمية لإجراء عمليات البناء والتقييم والفرز والتنقيح.

D. تقنيات التحليل المورفولوجي في حل مشكلات التصميم

تشارك تقنيات توليد الإبداع **creativity generation** (ومنها MA) بخصائص عدة، حدد سيفرتزي **Sefertzi** م14ص3 أهمها في: عدم ترشيح الأفكار ابتداءً، إنشاء تناظرات اعتماداً على الرموز، بناء مواقف مبتكرة وإنشاء حلول متعددة. واستناداً إلى ايفنموان م17ص3 يتم إجراء التحليل المورفولوجي في مجال التصميم باستخدام واحدة من التقنيتين التاليتين:-

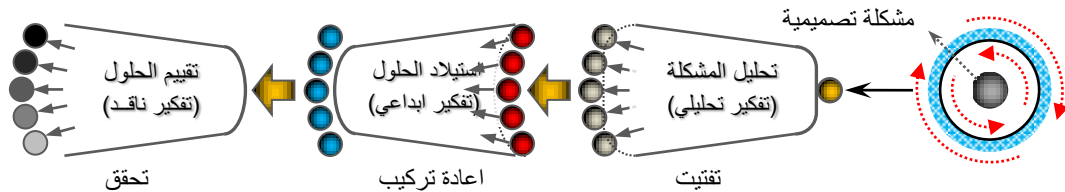
- 1- تقنية الصندوق أو المخطط المورفولوجي: **Morphological Box or Chart** وتستخدم لاستيلاء حلول دون فرض قيود أو تحيز، وهي أكثر إحكاماً وكفاءة، وتشجع على الجمع بين المفاهيم التي لم تكن ذات صلة في السابق لإنشاء توليفات جديدة، كما أنها تساعد المصممين ذوي الخبرة القليلة في تقديم بدائل أكثر وأفضل، وتتضمن هذه التقنية خطوات أساسية هي: إدراج محددات التصميم، إدراج الاختلافات لكل محدد، إنشاء المخطط المورفولوجي، ثم فحص واختيار البدائل المفيدة.
- 2- تقنية الشجرة المورفولوجية: **Morphological Tree** وتستخدم لوصف حلول بديلة مصحوبة بفرض قيود، ولكنها تعطي تمثيلاً بصرياً أفضل من الصندوق المورفولوجي، كونها تمثل هرمي مقلوب للحلول المقترحة. وأهم

خطوات هذه التقنية: تعيين المحددات الواجب إدراجها، البت في الاختلافات لكل محدد، البت في القيود الأولية، اتخاذ قرار بشأن الترتيب الهرمي لأياً من المحددات التي سيتم إدراجها، وأخيراً إعداد الخيارات في ضوء الاختلافات. وفي هذا الإطار أشار قلالة م9ص162 إلى أن استخدام تطبيقات معلوماتية في التحليل المورفولوجي قد أحدث نقلة كبيرة، وساعد التطبيق المباشر لبرنامج مورفول عبر شبكة الإنترنت إلى مزيد من التطوير، وأصبح بإمكان أكثر من خبير المشاركة عن بعد في الوقت ذاته وتبادل الرأي بشأن مكونات النظام المدروس، والتفكير في التوليفات الممكنة بين بدائل التطور المختلفة.

E. أنماط التفكير ومواضعها في خطوات التحليل المورفولوجي

يتضمن التفكير كل سيل أو مجرى من الأفكار تبعته وتثيره مشكلة أو مسألة قيد الحل، وهو يصنف وفقاً لـ ميدر Meader م6ص6 إلى نمطين: تفكير تقاربي يتضمن إنتاج معلومات صحيحة ومحددة، وتفكير تباعدي يستخدم لتوليد وإنتاج واستلهام أفكار جديدة من مشاهدات معطاة اعتماداً على الخبرة المعرفية. ويمكن إستقراء أهمية توظيف نمطي التفكير في حل مشكلات التصميم على النحو التالي:

1. **التفكير التحليلي:** يوصف بالتفكير المتقارب المركز التجميعي، لأنه يماثل بناء يعتمد كل حجر فيه على ما قبله، وهو عادة ما يتطلب طرق وأساليب منطقية ينبغي تتبعها في مراحل متسلسلة، ولا يسمح فيه بالقفز فوق الخطوات دون أن تُستكمل كل خطوة معرفياً ومنطقياً، وهو يتيح تفتيت مشكلة التصميم إلى مكوناتها، سعياً إلى تحديد طبيعتها، ومعرفة أجزائها.



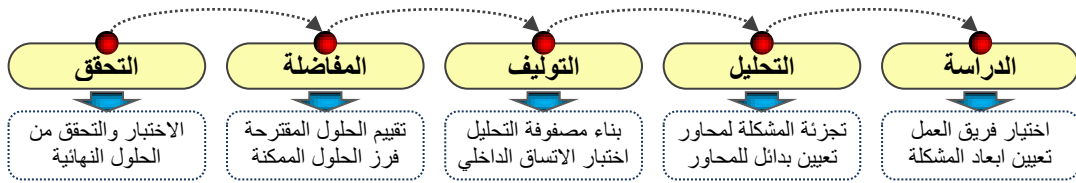
شكل (01) خطوات حل مشكلات التصميم بالاستفادة من مبادئ التحليل المورفولوجي (من اعداد الباحثين)

2. **التفكير الإبداعي:** يوصف بالتفكير التباعدي المتشعب، ويتطلب قدرة تخيلية ويؤدي إلى ابتكار أفكار وحلول مختلفة وجديدة من معلومات قائمة، ويستخدمه المصمم في استيلاء البدائل والحلول لمشكلات التصميم، وذلك من منطلق كونه عملية ذهنية تهدف إلى تجميع الحقائق ورؤية المواد والخبرات والمعلومات في أبنية وتراكيب جديدة ومبتكرة.

ورغم أن ممارسة التفكير الإبداعي أصعب من ممارسة التفكير التحليلي لأن التفاعلات القائمة بين أجزاء المشكلة غالباً ما تكون في حالة دينامية ما يجعل من الصعب أحياناً اكتشاف الجوانب المشتركة بينها، إلا أن كلا النمطين من التفكير يمثلان حجر الزاوية في حل مشكلات التصميم باستخدام التحليل المورفولوجي، والذي يتضمن الخطوات الأساسية التالية:

قارن م11ص18، م4ص88

- 1- تشكيل فريق عمل من المصممين والفاعلين والخبراء وذوو الصلة
- 2- صياغة وتحديد مشكلة التصميم التي يتعين معالجتها بشكل دقيق.
- 3- تجزئة تلك المشكلة إلى: محددات، أبعاد، متغيرات، عناصر، عوامل أو محاور رئيسية.
- 4- تعيين عدد البدائل التي سيتعين طرحها لكل محور، وغالباً ما يكون هذا العدد مفتوح.
- 5- بناء مصفوفة التحليل المورفولوجي متعددة الأبعاد من محاور المشكلة وبدائل كل محور، وتعرف هذه المصفوفة بالحق المورفولوجي أو فضاء الحلول.



شكل (02) الخطوات الاساسية بمنهجية التحليل المورفولوجي (من اعداد الباحثين)

- 6- اختبار الاتساق الداخلي: يتم اختبار العلاقات الداخلية بين محاور وحالات المشكلة في الحقل المورفولوجي من أجل حذف الحالات المتناقضة والوصول لفضاء حل المشكلة.
- 7- استخدام فضاء الحل في توليف وتركيب البدائل للبحث عن حلول ممكنة.
- 8- تقييم الحلول المقترحة بما يخدم الهدف من تطبيق هذا التحليل.
- 9- فرز الحلول لإبعاد كل ما هو غير متسق، غير واقعي أو غير قابل للتطبيق.
- 10- التحقق من الحل المناسب للمشكلة والتأكد من صحته ودقته ومنطقيته.

ومما سبق يتضح أن التفكير التحليلي والتفكير التركيبي يتكاملان في حل مشكلات التصميم، فالأول يتيح للمصمم تجزئة ما هو معقد إلى ما هو بسيط، من خلال الانتقال من الكليات إلى الجزئيات، في حين أن الثاني يؤدي إلى العكس، ويسمح بتجميع الأجزاء والانتقال من الجزئيات إلى الكليات لتشكيل مركبات أكثر تعقيداً بشكل مبتكر. ويعتمد التفكير التحليلي والتركيبى أحدهما على الآخر، فكلاهما يمثلان جناحاً للمصمم اللذان يخلق بهما- عند ممارسة التحليل المورفولوجي- لغرض استيلاء وفرز وتقييم البدائل. ففي حين تقوم الطريقة التحليلية (الاستدلالية) بتعميق الحفرة الواحدة لاستيعاب أبعاد المشكلة ومعرفة الاختلافات بين مكوناتها، تُعنى الطريقة الإبداعية (الأستشرافية) بتطوير الأفكار والحفر في أماكن متنوعة من أرضية المشكلة، وتحديد المعاني الكامنة وراء ما هو مجزء للوصول إلى حلول مبتكرة.

ثانياً كيفية بناء سيناريوهات افتراضية للأفكار الإبداعية

إن الهدف من الدراسات المستقبلية ليس دراسة الماضي والحاضر فقط ولكن استشراف المستقبلات البديلة والممكنة والمحتملة واختيار ما هو مناسب منها. تلك كلمة لـ منصور م7ص38 تشير إلى أن بناء سيناريوهات مستقبلية هو مجال خصب تتكامل فيه المعارف بهدف تحليل وتقييم التطورات المستقبلية بطريقة موضوعية تفسح مجالاً للإبداع. فالسيناريوهات لا تصدر نبؤات، ولكنها بمثابة اجتهاد علمي منظم يوظف المنطق والحدس والخيال في إكتشاف علاقات محتملة بين العناصر والنظم والأنساق. وهي تسهم في بلورة خيارات ممكنة وبدائل متاحة وترشد عمليات المفاضلة بينها، بإخضاع كلا منها للدراسة والفحص لاستطلاع ما يمكن أن تؤدي إليه من تداعيات، كما أنها ترشد صانع القرار من خلال ما توفره من وسائل متنوعة لحلّ المشكلات، وما تنتجه من درجات عده للأختيار وصياغة الأهداف. وبالتالي فإن تلك الدراسات من الأهمية بمكان بالنسبة للمصمم، للاستفادة منها في إعداد وتوثيق سيناريوهات إبتكارية لتطوير المنتجات، وزيادة كفاءة وفاعلية التخطيط الاستراتيجي في عمليات التصميم.

A. السيناريو .. وكيفية بنائه Scenario

السيناريو هو أحد أنماط الدراسات المستقبلية لأنه يشبه التخطيط في كونه محاولة لرسم صورة للمستقبل، وللسيناريو تعريفات عده منها م.25ص1: أنه مجموعة من الافتراضات المتناسكة لأوضاع مستقبلية محتملة الوقوع في ظل معطيات

محددة، وهو كذلك أسلوب يعتمد على الابتكار إلى درجة ما في صياغة مستقبل ظاهرة منظورة. وعلى عكس العديد من أساليب التنبؤ **forecasting methods** فإن السيناريوهات تمثل فرضيات حول كيفية تطور المستقبل، لذا اعتبره شوميكر **Schoemaker** م.11ص14 بمثابة توصيف نصي لمستقبل محتمل يقدم بتفصيل كبير، قائم على تجميع المعرفة حول الحاضر من أجل فهم الاحتمالات التي قد تتطور في المستقبل. ومع أن السيناريو مصطلح يستخدم لوصف مسار مستقبلي لأحداث متعلقة بمتغير واحد، إلا أن يوروفاوند **Eurofound** م.15ص10 اعتبر أن السيناريوهات يمكن أن تمثل أيضاً منتجات أكثر تعقيداً تشمل تفاعلات بين عدد كبير من المتغيرات.

ومن منطلق أن السيناريوهات توفر صوراً للأحداث الممكنة الحدوث في المستقبل وتستكشف النتائج المختلفة التي قد تظهر إذا ما تغيرت المدخلات، فإن عملية بناء السيناريو وفقاً لـ كوسو وجابنر **Kosow&Gaßner** م.15ص10 تمثل وصف لحالة مستقبلية محتملة، تهدف إلى توليد توجه بشأن التطورات المستقبلية من خلال مراقبة بعض العوامل الرئيسية ذات الصلة. واستناداً إلى حسين م.5ص14،106 فإن هذا النمط من الحقل المعرفية يسعى إلى ابتكار وفحص وتقييم واقتراح مُستقبلات ممكنة أو محتملة أو مفضلة، من خلال معرفة الباحثين لإجابات الأسئلة التالية: ما الذي يمكن أن يكون؟ (الممكن **the possible**) وما المرجح أن يكون؟ (المحتمل **the probable**) وما الذي ينبغي أن يكون (المفضل **the preferable**). وأضاف حسين إن بناء أي سيناريو يضم مكونات أساسية: أولها وضع ابتدائي يشمل الظروف السائدة أو المفترضة قبل بدء عمل السيناريو، وثانيها مسار مستقبلي يصف التابع المفترض للظاهرة المنظورة، وثالثها وضع مستقبلي يصف خصائص الظاهرة في نهاية الفترة محل البحث.

وبناءً على ما سبق يمكن للمصمم توظيف السيناريو في ترشيد الوقت والجهد في مرحلة استيلاء بدائل مبتكرة، من خلال اقتراح مجموعة متنوعة من الطرق الممكنة لحلّ مشكلات التصميم، وزيادة درجة حرية الاختيار وصياغة الأهداف، وابتكار وسائل عدة لبلوغها ومقارنة وتحليل المعطيات التي توصل إلى بناء سيناريو نموذجي لتخطيط المنتج. ومن ثم أضحى السيناريو أداة هامة للمصمم كونه يقدم بعداً منطقياً ومنهجياً لعملية إعداد المخططات التنظيمية، ويزيد من صور البدائل المقترحة، ولكونه أيضاً أداة تخطيط استراتيجي تدعم العملية التصميمية ما يعزز الربط بين مستوياتها ومراحلها المختلفة.

B. استخدام أدوات البرمجة في بناء أفكار إبداعية

للتطبيقات الرقمية أهمية كبيرة في بناء وتخطيط وتوثيق الأفكار الإبداعية في التصميم، بسبب ما توفره من تصور للبيانات المرئية وترميز للظواهر البصرية والتعبير عن المعرفة والأفكار في شكل مقنن وموثق من الصور والمخططات والرسوم البيانية والتوضيحية الخاصة بالنطاق. ومن الأمثلة على ذلك نظام **Axon 200** الذي يستخدم لابتكار مخططات انسيابية معقدة أو مخططات مفاهيمية، ويصف كيف لعوامل أو أحداث مختلفة أن تؤثر على بعضها البعض. ووفقاً لـ شين **Chen** م.14ص13 تستخدم فيها قوائم مرجعية وسمات بصرية مثل اللون والشكل والحجم، ومقياس الموقف، والعمق والصلة والرمز، لخلق علاقات بيانية، تسمح بدورها بتمثيل علاقات متعددة بين أهداف بصرية متنوعة.

أما الفكرة الإبداعية فهي غالباً فكرة تجذب الانتباه وتمس عند الآخرين حاجات يتم إشباعها بأسلوب مبتكر، ويمكن تقديمها وقياس فاعليتها وتطبيقها بأساليب متاحة. وفي هذا الإطار يقول جيبسون **Gibson** م.3ص2 أن التفكير الإبداعي عادة ما يبني على سلسلة من اللحامات المضيئة من موقف أو مشكلة تلهم العقل لإحداث قفزة أو قفزات غير متوقعة، وينتج عن هذا تشكيلاً جديداً من الأفكار الموجودة مسبقاً. ويتفق هذا مع ما ذهب إليه هافل م.20ص21 من أن الإبداع يكمن في

القدرة على تكوين تركيبات أو تنظيمات جديدة. ولذا فإن التوصل لأفكار مبدعة يرتكز على قدرات شخصية وتطبيقات رقمية، وفي هذا الإطار اشار كورسكي **Kurowski** م18ص240 إلى أن من المهم جدا لمصمم المنتجات الناجح أن يجمع بين الإبداع الطبيعي واستخدام منهجية منظمة في التصميم، والأستعانة بأدوات التصميم بمساعدة الحاسب. ما يعني أن التوصل إلى افكار إبداعية يعزز من القيم المضافة في المنتج ويدعم قدرتها التنافسية.

ومن ثم يمكن الاستفادة من أدوات البرمجة الرقمية في إنشاء بنوك إفتراضية للأفكار المبتكرة، يودع فيها المصمم ويسحب منها ما يشاء من حلول أو تراكيب محتملة، قابله للتعديل، يمكن إعادة تركيبها بالاستفادة من إحدى أساليب تنمية الإبداع كالتحليل المورفولوجي. وعادة ما تسمح الصور الرقمية لتلك الأفكار والحلول بتقييمها ثم فرزها إستنادا إلى: مجموعة من المدخلات تعمل كمرشحات للمتطلبات البنائية المطلوب إستيفائها، لينتج عن ذلك مدخرات إبداعية قابلة للتعديل والتطبيق يمكن عرضها مرتبة حسب متوسط القيمة التي أعطيت لكل منها. وان هذا الأمر يسمح بتوفير أعداد كبير من سيناريوهات التطوير أمام المصمم، ليستعين بها مباشرة أو يضيف أو يعدل فيها بما يتفق مع المعايير المستهدفة.

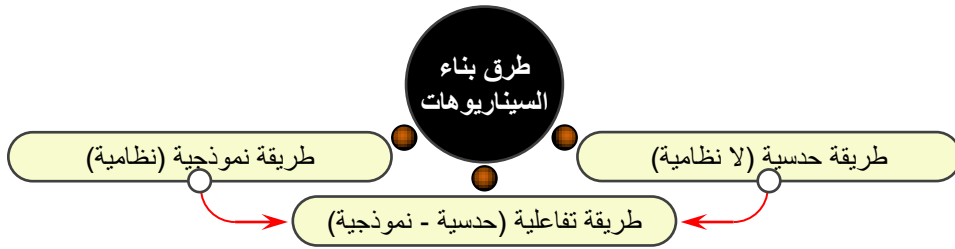
C. طرق بناء سيناريوهات مبتكرة لحل مشكلات التصميم

المشكلة هي كل موقف غير معهود لا يكفي لحلة الخبرات السابقة والسلوك المؤلف، وبالتالي يمكن تعريف مشكلة التصميم بأنها إنحراف أو عدم توازن بين ما هو مطبق أو كائن وبين ما يجب أن يكون، ما ينعكس سلبا على المستخدم. وعادة ما تصنف المشكلات من منظور الحلول إلى م26ص1: مشكلة لها حل واحد، أو لها حلول متوقعة، أو مستعصية على الحل، أو ذات حلقات مفرغة، أو غير واضحة المعالم وتتطلب حولا إبداعية. وتعد مشكلات التصميم من النوع الأخير، ويمكن حلها بالاستفادة من منهجية بناء السيناريو كأداة علمية مركزية، تسعى لأستشراف مآلات الموقف التصميمي في المستقبل، وفي هذا السياق أشار كلا من غودي وفابريس م8ص107 إلى أن بناء السيناريوهات يحتاج إلى أدوات منهجية تتميز بالبساطة والعقلانية في الوقت نفسه، ما يسمح ببلوغ مستويات من الخيال ويحقق التماسك والملاءمة، لذلك قاما بتطوير مجموعة من التقنيات تُعرف بأساليب حلّ المشكلات **Problem solving** وهي مصنفة بحسب الخطوات التالية:

- 1- طرح الأسئلة الصحيحة: وتحديد المتغيرات المفتاحية والتي يسبقها: (تحديد المتغيرات ثم وصف طبيعة العلاقات بين المتغيرات) وذلك من خلال تقنية التحليل البنائي **Structural Analysis**، أو باستخدام مصفوفة تعرف بـ ميكماك **MicMac**.
- 2- تحليل الاتجاهات والفاعلين باستخدام مصفوفة ماكتور **Mactor** لكونها أسلوب لتحديد إستراتيجيات الفاعلين وأهدافهم وموازين القوى وأنماط التحالف والتناقض التي قد تنشأ بينهم.
- 3- تقليص الإرثيات واللايقين: اختيار سيناريوهات أكثر راحة باستخدام التحليل المورفولوجي، أو طريقة دلفي **Delphi**، أو تقنية مصفوفة التأثير المتبادل **Cross-impact Matrix**.
- 4- تحديد الخيارات الإستراتيجية وتقييمها: باستخدام تقنية تعرف بـ مولتبول **Multipol**.

وحول أنماط بناء السيناريو صنف مارتيلي **Martelli** م.11ص15 السيناريوهات لنوعين: سيناريوهات توقعية تنتقل من المستقبل إلى الحاضر وأخرى استكشافية تتحرك من الحاضر إلى المستقبل. كما صنفها طبقا لمنطق البناء إلى: سيناريوهات وصفية تصف مستقبل افتراضي، وأخرى معيارية تتجاوز الوصف وتشمل الحكم العرضي. ولعل النمطين الأخيرين هما الأقرب لمجال التصميم. وبشكل عام، واستناداً إلى خميس م8ص109 يمكن التمييز بين ثلاثة تصوّراتٍ للسيناريوهات المستقراً هي: سيناريوهات محتمله، وأخرى قابلة للتحقق، وثالثة مرغوبة. وبالنظر إلى طبيعة

السيناريوهات ومدى واقعيته، فإن الثلاثة تصب في مخرجات عملية التصميم، من دون اغفال احتمال وجود سيناريوهات أخرى غير منطقية أو غير قابله للتطبيق، وبشكل عام تتحدد طرق بناء السيناريوهات بواحدة من الطرق التالية:

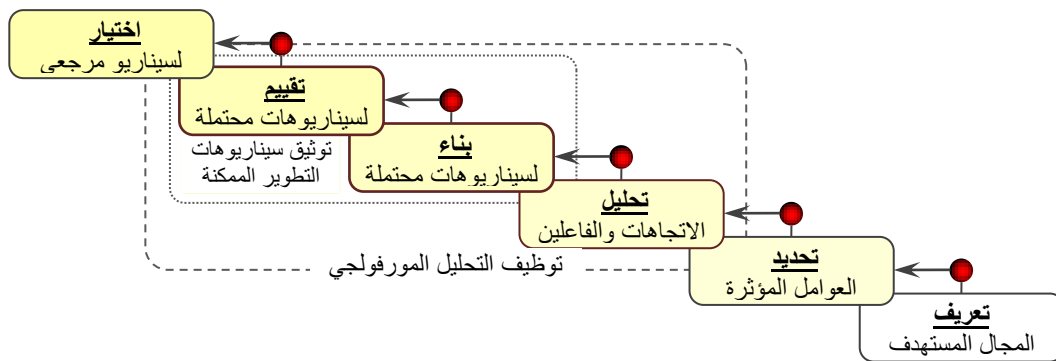


شكل (03) طرق بناء السيناريوهات والتي يمكن توظيفها في استكشاف حلول لمشكلات التصميم.

- 1- طريقة حدسية (لانظامية) تعتمد على التفكير الكيفي والتصور والخيال.
- 2- طريقة نموذجية (نظامية): يفهم السيناريو فيها على أنه منتج نهائي لدراسة مستقبلية، وهذه الطريقة لا تكفي وحدها لبناء سيناريو، ولا بد من تزويدها بمعطيات وتوجيهات معينة.
- 3- طريقة تفاعلية (بين الحدسية والنموذجية): تتيح فرص واسعة للتفاعل والتعاون بينهما في أكثر من دورة وصولاً إلى سيناريوهات جيدة.

D. الخطوات الأساسية في بناء سيناريوهات التطوير

استناداً إلى **Kosow & Gaßner** م.15ص18 فإنه يمكن استخدام السيناريوهات في تخطيط الوظائف في أربعة أبعاد: وظيفة استكشافية، ووظيفة الاتصال، ووظيفة الإبداع وتحقيق الهدف، ووظيفة تشكيل استراتيجية لصنع القرار. وتعد الوظيفة الثالثة هي الأقرب لمجال الدراسة عند بناء سيناريوهات لتطوير المنتجات والتوصل إلى صور لمآلات عملية التصميم، حيث توظف فيها السيناريوهات كمساعدات في تحقيق أو ابتكار الأهداف المرجوة، وتساعد في التعامل مع الأسئلة: أين نريد أن نذهب؟ وماذا نأمل أن نحقق؟ ومن ثم يمكن تحديد الخطوات المشتركة في بناء السيناريوهات، والتي تتشابه مع مراحل عملية التصميم، على النحو التالي: بتصرف م.15ص24-28، م8ص115



شكل (04) الخطوات الأساسية في بناء السيناريوهات وتعيين موضع التحليل المورفولوجي منها (من اعداد الباحثين)

1. تعريف المجال المستهدف: حيث يُحدّد بدقة الغرض الذي من أجله يتم تطوير السيناريو للمشروع، للمنتج، أو للنظام..الخ، ثم يتم وضع المفاهيم وتعريف الخصائص الأساسية وتعيين الاحتياجات، وتحديد المدى الزمني، ومجال

التحليل، والفريق المشارك، كما يتم الأجابه على التساؤلات المتعلقة ب: ما هي المشكلة؟ ما الذي يجب أن يكون متكاملًا؟ أين هي الحدود؟ ما الذي يجب استبعاده؟

2. تحديد العوامل المؤثرة: تشمل وصف لحقل السيناريو من حيث العوامل المؤثرة والتي تشمل: المحددات، المتغيرات، المعالم، الاتجاهات، التطورات والأحداث التي تحظى باهتمام رئيسي أثناء إعداد السيناريو، ويتطلب تحديد هذه العوامل معرفة ميدان السيناريو بهذه الطريقة وتفاعلاته مع العناصر الرئيسية المختلفة.

3. تحليل الاتجاهات واللايقين: تبدأ الخطوة بتوظيف قدرات التفكير الإبداعية والتحليل المورفولوجي: ويتم فيها تحليل القوى الدافعة ذات التأثير الكبير في الموقف، ثم ربط هذه القوى بدرجات اللايقين، ويتم إخضاع العوامل الرئيسية للتحليل للعثور على ما يمكن تصوره من خصائص مستقبلية محتملة في كل حالة، ثم يتم اختيار الخصائص البارزة التي ستصبح جزء من سيناريو محتمل.

4. بناء السيناريوهات: هي مرحلة محورية تنطلق من تحديد اللايقينيات المفتاحية وتحويلها إلى سيناريوهات تقوم على مستقبلات متعددة، ثم يجري وضع هذه السيناريوهات الأولية للتعرف على القوى الفاعلة؛ من أجل إعطاء سمة التماسك والتناسق الداخلي لها، ثم توضع السيناريوهات في إطار متّسم بالقدرة على الربط بين ما هو مطلوب وما هو متوقع.

5. تقييم السيناريوهات: يتم التقييم استنادا إلى معايير تقييم محددة سلفا، وعلى الرغم من أن العديد من السيناريوهات غالبا ما يمكن تصورها نظرياً، إلا أن عدد السيناريوهات التي يمكن معالجتها إدراكيا غالبا ما تكون محدودة.

6. اختيار السيناريو المرجعي: يجري اختيار القرارات من خلال سيناريوهات متعددة يجري إعدادها، وتتطلب هذه المرحلة الاتصاف بمرونة وخبرة في اتخاذ القرارات، وقبول فكرة وجود بدائل متعددة ومختلفة، وذلك تبعاً للأشكال التي يمكن للمستقبل أن يظهر بها، وتتضمن هذه المرحلة وصف للتطبيق الإضافي أو معالجة للسيناريوهات التي تم توليدها.

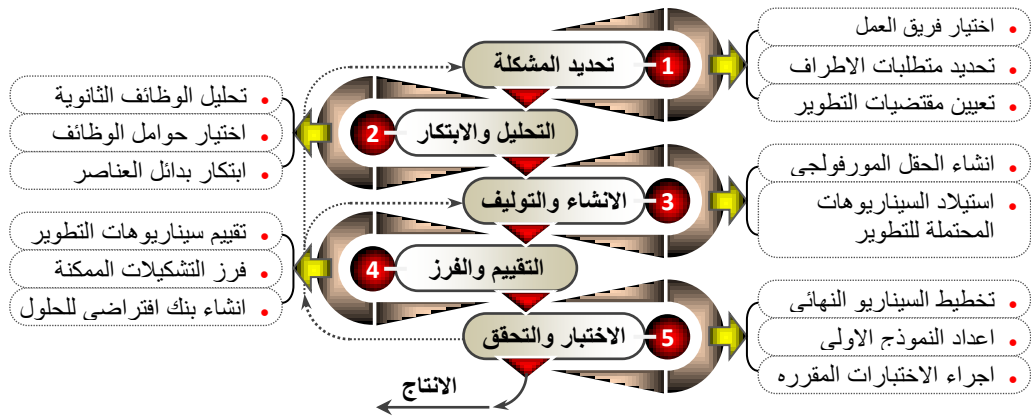
ثالثاً منهجية مقترحة للتحليل المورفولوجي لإبتكار سيناريوهات تطوير نظام أثاث معدني.

إن إلقاء نظرة فاحصة على حجم الصادرات المصرية⁽¹⁾ من أنظمة الأثاث، وبخاصة المعدنية منها، يؤشر إلى إفتقار كثير من المؤسسات المنتجة لها إلى منهجية عملية منظمة قائمة على توظيف أساليب ابداع تشاركية تدعم إستيلاء أفكار وحلول مبتكرة، حيث يميل أغلب المصممين إلى نهج أحادي يتمثل في اختيار حل تصميمي، ثم يتم صقله باستمرار للوصول إلى صياغة مقبولة، على الرغم من أن اعتماد مثل هذا النهج قد لا يسمح باستكشاف كل البدائل الممكنة للتطوير، ويحد من التوصل إلى تصاميم مبتكرة. لذا كان على المؤسسات المعنية التي تسعى إلى زيادة قدرتها التنافسية على المستوى الدولي، أن تدعم بحوث التطوير في إجراء تحليلات بنائية متعمقة لمنتجاتها وأنظمتها، لتبدأ من الجزئيات إلى الكليات بغرض إبتكار أفكار وحلول، ثم تُقيم بشكل عكسي من الكليات الى الجزئيات، بما يلبي احتياجات قطاعات واسعة من العملاء. ومن وسائل تحقيق هذا الأمر الأستعانة بمنهجية التحليل المورفولوجي في إستيلاء سيناريوهات إبداعية تصلح لتطوير أنظمة الأثاث المعدني.

وحول توظيف أسلوب التحليل المورفولوجي في تطوير المنتجات أشار هيجينز Higgins م.14ص9 إلى أنه يمثل إحدى تقنيات تحسين المنتج، من خلال تقسيمة إلى مجموعتين واحدة تُمثل أجزائه وعناصره والأخرى تُمثل الحلول

(1) تشير احصاءات المجلس التصديري للأثاث م.23ص1 إلى تراجع صادرات مصر السنوية من الاثاث، حيث بلغت نهاية العام 2017 (0.27 مليار \$) وفي نهاية العام 2016 (0.29 مليار \$) وفي نهاية العام 2014 (0.35 مليار \$)، ويتأكد هذا التراجع بمقارنته بانه من اقوي منافسيها وهما الصين التي بلغت صادرات من الاثاث للعام 2014 (61 مليار \$) ولتركيا في ذات العام (2.4 مليار \$).

البديلة، ثم يتم الجمع بينهما لينتج عن ذلك مصفوفة ثنائية أو متعددة الأبعاد. وتأكيداً على أهمية الأساليب التشاركية في تطوير المنتجات اعتبر جينسين **Jensen** م.13ص4 أسلوب (MA)- بجانب العصف الذهني والتحليل الوظيفي- أساليب تساعد المصممين على وصف وظائف المنتج المطلوب أدائها، وتوفر طريقة لتنظيم التجسيديات المحتملة لكل وظيفة. وعن ضرورة تكامل مبادئ التحليل المورفولوجي، بجانب دعم الخبراء وأدوات البرمجة، في إستكشاف حلول للمشاكل النوعية والمعقدة للتصميم، أشار زونجكاي وجوميز **Zhongkai & Gómez** م22ص313 إلى أهمية استخدام برمجيات التحليل المورفولوجي بمساعدة الحاسب **Computer-aided morphological analysis** في حل تلك المشاكل وحدد إطاراً عاماً من ثلاث خطوات يحكم طريقة عمل تلك البرمجيات وهي: تحديد العوامل ذات الصلة، تحليل الاتساق المتبادل بينها، ثم حساب التوافق للحصول على نتائج منسجمة. وحول الإجراءات الأساسية للتحليل المورفولوجي في إعداد سيناريوهات التطوير للمنتجات، حدد هال **Hall** م10ص47 تلك الإجراءات في: البدء بأوسع صياغة ممكنة للمشكلة، ثم وضع قائمة بالمتغيرات المستقلة للنظام المطلوب، ثم تعيين أبعاد كل متغير في الخريطة المورفولوجية، وأخيراً عدّ القيم التي يمكن أن يتخذها كل متغير. وفي ضوء كل ما سبق، يقترح الباحثين الخطوات المنهجية التالية لأستخدام التحليل المورفولوجي في إستقراء وبناء وتوثيق (سيناريوهات نموذجية) لتطوير أنظمة التأثيث المعدني، وذلك على النحو التالي:



شكل (05) منهجية مقترحة للتحليل المورفولوجي واستخدامها في بناء سيناريوهات تطوير النظام (من اعداد الباحثين)

A. تحديد المشكلة: تعيين أطراف ووظيفة النظام

يصعب تطوير أي نظام من غير أن يسبق ذلك أمرين: أولهما رصد وتحليل لمتطلبات المستفيدين وآراء ذوي الصلة، بغية تشخيص الخلل والتعرف على مقصديات التطوير في النظام بناء على: (استطلاع آراء مستخدمين، ملاحظات موزعين، تحليلات ودراسات تسويقية، تغذية راجعة لمراكز البيع، خطة استراتيجية للمؤسسة تتضمن رؤى تصميمية جديدة.. الخ). وثانيهما تحليل الوظيفة الكلية للنظام المستهدف، وتعيين وظائفه الثانوية، ثم تحديد نمط الأتصال بين تلك الوظائف (متوالي، متوازي، مركب) وأستيضاح التأثيرات والعلاقات الداخلية فيما بينها وذلك بغية الوصول إلى بناء وظيفي⁽²⁾ محكم للنظام المستهدف. وأن بداية التوصل إلى سيناريو مبتكر لتطوير النظام يستدعي الربط بين نتائج تحليل المتطلبات وتحليل البناء الوظيفي للنظام، ثم تعيين حوامل (عناصر) الوظائف.

[2] البناء الوظيفي وفقاً لـ **بدوي** م.69 هو الربط المنطقي بين وظائف جزئية لتأدية وظيفة كلية مطلوبة

دراسة الحالة: تكمن المشكلة في الحاجة إلى تطوير نظام مرن للمكاتب يتضمن الميزات التنافسية التالية: شكل مبتكر، اقتصادي التصنيع، خفيف الوزن، كفاء في الاستخدام، سهل الفك والتركيب، قابل لإعادة الاستخدام، ملائم أرجونوميا، متزن انشائياً، سهل التعبئة والتخزين. ومن ثم يتم تحويل تلك الخصائص إلى مرشحات أو معايير لتقييم وفرز سيناريوهات التطوير المزمع انشائها. وفي ضوء الوظيفة الكلية للمكتب يتم تفنيت الأخيرة إلى وظائف ثانوية تشمل: مسطح عمل، ساتر أمامي، مصد للأرجل، وحدات تخزين، درجات حرية للأبعاد... الخ. وسيتم التركيز على الأربع وظائف الأولى اختصاراً لمفردات الحقل المورفولوجي.

B. التحليل والابتكار: تحليل العناصر البنائية للنظام وإبتكار بدائل لها

قبل إستيلاء البدائل الكلية الممكنة للنظام، والتي قد يمثل كلا منها نواة لسيناريو تطوير، يتم تفكيك النظام إلى مجموعة من العناصر أو العوامل المتغيرة التي بإمكانها أن تشارك في تحديد هيئة ونمط النظام، ثم يتم إعادة تجميعها في مرحلة لاحقة. وتتطلب هذه المرحلة تحديد وتكويد العناصر المادية الحاملة للوظائف الثانوية (A,B,C,D...)، وتعيين درجات الأهمية للاستعانة بها في عملية التقييم، وإبتكار مجموعة من بدائل التطوير لكل عنصر على حدة (An,Bn,Cn,Dn...)، تمهيداً لتشكيل الحقل المورفولوجي من تلك العناصر وبدائلها. ويتم البدء في تعيين حوامل الوظائف الثانوية (العناصر التي تؤدي تلك الوظائف) حيث يتأثر البناء الوظيفي للنظام بعدد تلك الحوامل، لذا قد يتم البحث عن حوامل ووظائف يمكنها أن تؤدي أكثر من وظيفة ثانوية، حيث يساعد دمج وظائف ثانوية لحامل ووظيفة واحد على إعادة ترتيب تلك الوظائف وتغيير عدد العناصر البنائية المشكلة للنظام. وبالتالي تشمل الحوامل الأساسية لوظائف المكتب ما يلي: (مسطح للكتابة، قوائم أو أجناب للدعم، ساتر أو حاجز أمامي، مصد للأرجل). ويراعي عند عمل البناء الوظيفي للمكتب ربط الوظائف الثانوية بطرق عدة: سواء بالتوالي (مثل عناصر الدعم للمكتب يليها القرصة) أو بالتوازي (مثل تعيين الجانب الأيمن والأيسر) أو بالدمج (جانب يمين وجانب يسار ثم يليهما حاجز ومصد للأرجل) للوصول إلى الوظيفة الكلية.

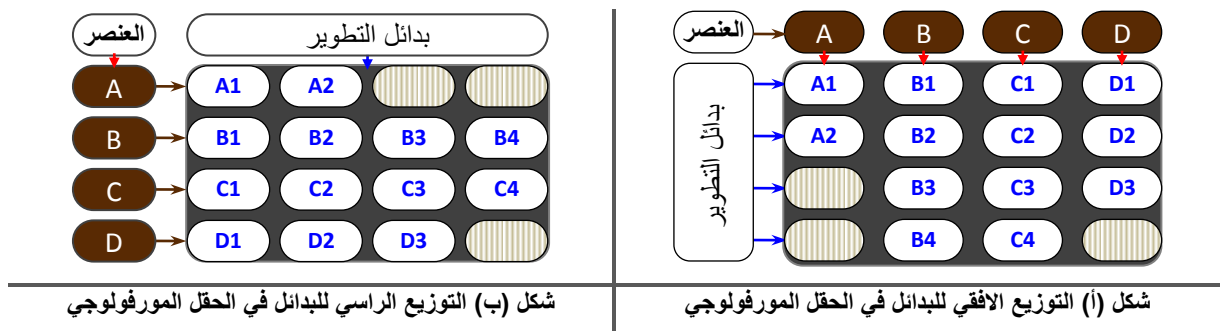
جدول (1) تحليل العناصر الأساسية لنظام المكتب المستهدف (تم التركيز على أربع عناصر فقط)

ملاحظة	بدائل العنصر n				تقييم أهمية العنصر (1-4)					كود	العناصر الأساسية	
					أخرى	بينيا	جماليا	انشائيا	وظيفية			
عدد بدائل القرصه			A2	A1	??	??	03	04	01	A(• قرصة المكتب	
هي الأقل لان	B4	B3	B2	B1	??	??	02	01	03	B(• قوائم أو أجناب	
التغييرات فيها		C4	C3	C2	C1	??	??	01	02	04	C(• ساتر امامي
تكون قليلة			D3	D2	D1	??	??	04	03	02	D(• مصد للارجل

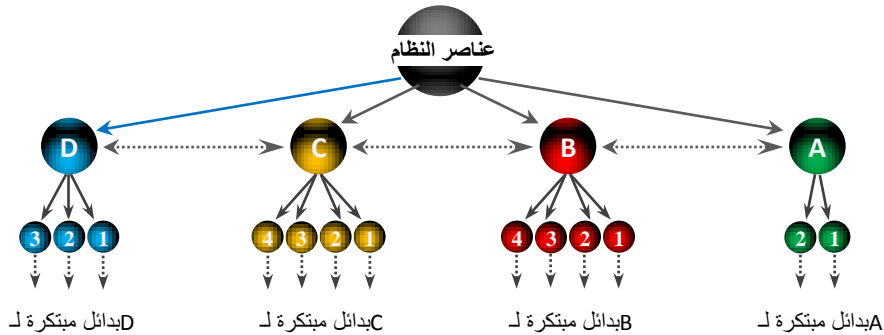
ويتم في هذه المرحلة تقييم مدي أهمية العناصر في أداء الوظيفة الكلية للمكتب، (فالقرصة ومصد الأرجل من أهم العناصر من الناحية الاستخدامية، بينما القوائم والعوارض من أهم العناصر انشائياً) وبناء على هذا التقييم قد يتم حذف أو دمج أو إضافة أو استبدال بعض العناصر وفقاً لدرجة أهميتها. وبعد ذلك يتم إبتكار بدائل جزئية لكل عنصر على حدة، على ان يراعي فيها مواصفات العناصر وصلاتها البينية: (الشكل، الحجم، الخامة، المقطع، الوزن، العمر الافتراضي، قابلية التصنيع، المرونة، التكلفة، طريقة التجميع.... الخ) بحيث يمكن تجميعها في تكوينات منطقية لأداء الوظيفة المطلوبة، كما يراعي عند إبتكار البدائل ضمان تحقيق الوحدة العضوية وتوافق الخطوط والمواد والكتل، واذا أستدعي الأمر وجود تعارض، لا بد أن يتم ذلك وفقاً لضوابط أو اعتبارات مقبولة لا تخل بالأداء الكلي للنظام.

C. الإنشاء والتوليف: إنشاء الحقل المورفولوجي وتوليف البدائل المحتملة

في هذه المرحلة يتم إعداد الحقل المورفولوجي المرن الذي يضم السيناريوهات الجزئية المحتمل تشكيلها من عناصر النظام التي تم إبتكارها، حيث يتم توزيع وربط تلك العناصر أفقياً أو عمودياً معاً، باستخدام تقنية الصندوق أو الشجرة المورفولوجية للوصول إلى ذات النتيجة. وطبقاً لأعداد البدائل المقترحة في المثال فإن عدد السيناريوهات الجزئية (التشكيلات المحتملة لتطوير المكتب) سيبلغ $(2*4*4*3=96)$ تكوين محتمل) وفي حال تم إبتكار أربع بدائل لكل عنصر، يصبح عدد التشكيلات $(4*4*4*4=256)$ تكوين). وبمقارنة العدد الكبير للمخرجات بعدد المدخلات (13) يُلاحظ أن هناك تضاعف وازدحام في التشكيلات التي يمكن استيلادها بتلك المنهجية. ولذا يفضل الاستعانة ببعض البرمجيات الرقمية المتخصصة **CAMA** ، حيث يتم تعيين العناصر الأساسية كمدخلات وفقاً للشروط المقررة، وتكون المخرجات هي التشكيلات المستولدة من تحليل المصفوفة، كما يسمح استخدام أدوات البرمجة في هذه الخطوة بتوثيق التشكيلات الناشئة بصور تسمح: بالتعديل، بالحذف، بالدمج أو بالاضافة فيها، وهو ما يساعد في إنشاء بنوك افتراضية لكل سيناريوهات التطوير التي تم بنائها.



شكل (06) استخدام الصندوق المورفولوجي في استيلاذ سيناريوهات التطوير المحتملة (من اعداد الباحثين)



D. التقييم والفرز: تقييم الحقل المورفولوجي وفرز سيناريوهات التطوير الممكنة

بسبب تضخم الحقل المورفولوجي، وتضمنه للعشرات من بدائل التطوير المحتملة للمكتب المستهدف، فإن تلك المرحلة تستلزم إجراء عمليتي تقييم وفرز لتقليص السيناريوهات المحتملة، وإستبعاد التشكيلات الغير منطقية منها والوصول إلى فضاء الحلول الممكنة، ويتم ذلك بالاستعانة بمجموعة من المرشحات أو المعايير المحددة سلفاً والتي تعمل كمفاز

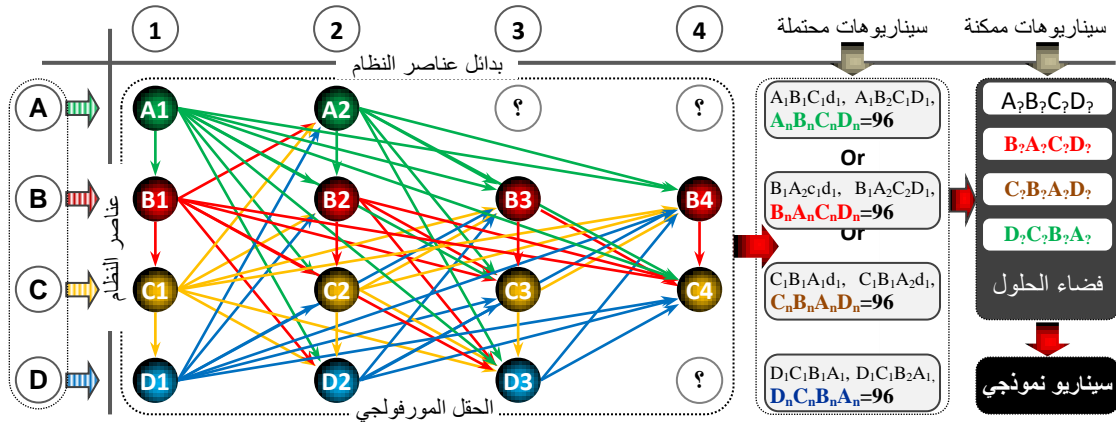
منطقية، لتحديد التشكيلات الأنسب أو الأكثر ملائمة لاحتياجات ومتطلبات العملاء، وتحقق مقتضيات التطوير المأمولة. ومن المهم أن تتم عملية الفرز بمشاركة فريق عمل متكامل، يضم كل التخصصات المتصلة بالنظام المقترح، وذلك لتقييم التشكيلات الناشئة في الحقل المورفولوجي وإصدار أحكام تتراوح بين (متسق بشده، متسق، محايد، غير متسق، متناقض) أو إصدار قيم تتراوح بين (1-5) من خلال قائمة فحص **chiklist**، فالحكم بوجود أتساق من عدمه لا يقوم على علاقة سببية وإنما على وجود إنسجام داخلي بين تشكيلات النظام المحتملة، إضافة إلى إمكانية تحقيقها وقابليتها للتطبيق، أما وضع عدم الأتساق فيرتبط غالباً بوجود تناقض منطقي أو وجود قيود تجريبية مبنية على الخبرة والأختبار.

وقد يستعان في عملية الفرز بأدوات تحليل أخرى مثل: الرسوم البيانية أو برامج حاسوبية يتم تغذيتها بالمعايير الحاكمة للتطوير، لإجراء عمليات التقييم للتشكيلات المحتملة، لتقوم هي بإعادة ترتيبها وعرضها من الأعلى في متوسط القيمة إلى الأقل، بحيث يسهل استبعاد التشكيلات التي لم تحصل على الحد الأدنى لمتوسط التقييم المطلوب، أو تلك التي تجاوزت الحد الأدنى لكنها غير متسقة، كأن تكون: حلول تقليدية أو متطرفة، غير قابلة للتنفيذ، تضم عناصر غير متوافقة، بها تناقض بنائي، مكلفة جداً، أو تتضمن قيود تجريبية.

جدول (2) قائمة فحص: تضم معايير مقترحه لتقييم التشكيلات المستولدة من الحقل المورفولوجي

ملاحظات	وزن نسبي	☺	☹	2	☹	معايير تقييم السيناريوهات المحتملة
		متسق بشدة	متسق	محايد	غير متسق	
			4			1. أصالة الفكرة (الإبتكار)
						2. خفة الوزن
						3. سهولة الفك والتكيب
						4. إقتصاديات التصنيع
						5. القابلية لإعادة الاستخدام
						6. الملائمة الارجonomية
						7. الاتزان والمتانة الإنشائية
						8. المرونة الوظيفية
						9. سهولة التعبئة والتخزين
						10. المعالجة الجمالية الرمزية
	100*10/ن	10/ن	10/ن	10/ن	10/ن	متوسط التقييم

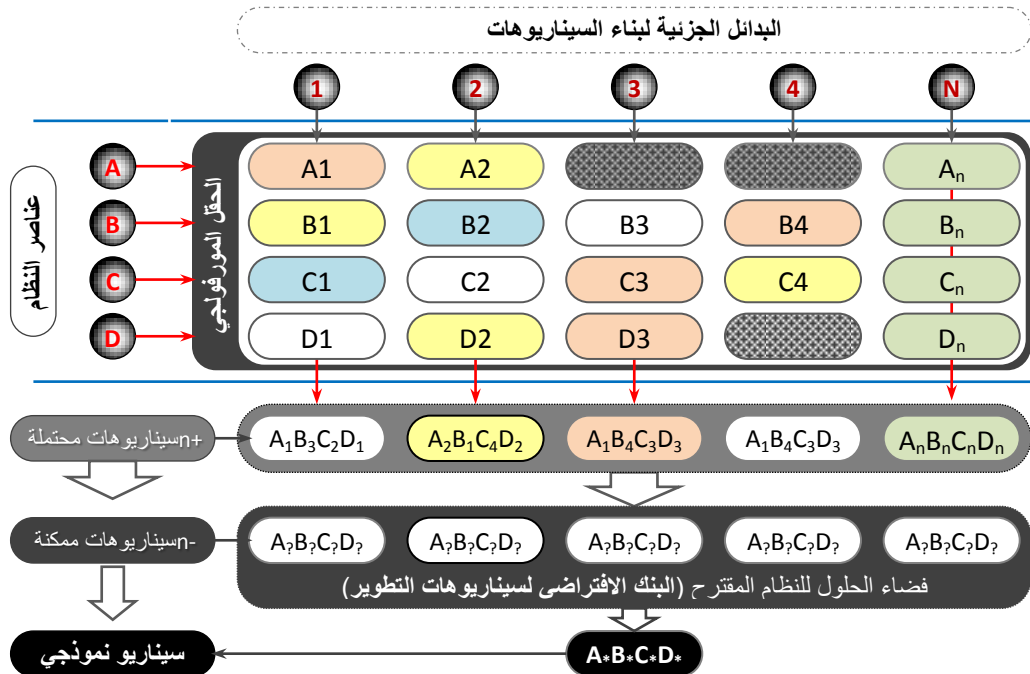
وتنتهي هذه المرحلة بإزالة كل السيناريوهات المتناقضة أو غير المتسقة إن وجدت، ثم يتم إعادة تعيين فضاء الحل المورفولوجي بعد تقليصه، وصولاً إلى عدد محدود من التشكيلات الممكنة للنظام، يجري المفاضلة أو الدمج فيما بينها لأختيار الأنسب منها وفقاً لمقتضيات التطوير.



شكل (08) استخدام الشجرة المورفولوجية في استيلاء سيناريوهات التطوير للمكتب المقترح (من اعداد الباحثين)

E. الاختبار والتحقق: اختبار سيناريو التطوير النموذجي

بعد عمليات التنقيح للسيناريوهات المحتملة، والتوصل إلى أفضل التشكيلات التي تحقق أغلب مقتضيات التطوير المرصوده، يتم التوصل إلى سيناريو مرجعي أو نموذجي، يحقق بدوره أعلى متوسط في معايير التقييم ويكون أكثر ملاءمة وأنسب لإحتياجات المستخدم وموارد المصنَّع ومتطلبات التسويق، وعندئذ تستكمل مخططات التصميم، تمهيداً لإعداد النموذج الأولي واختباره لقياس مدى مطابقته للمواصفات المقرره من عدمه، وفي حالة الأخفاق يتم الرجوع إلى فضاء الحلول بوصفة بنك افتراضي لسيناريوهات التطوير، والإستعانة ببعض التشكيلات الموثقة به، أما في حالة إجتياز الأختبارات يتم وضع ملف التصميم النهائي للمكتب ضمن البدائل الإستراتيجية أمام صانع القرار لمناقشة متي سيتم البدء في خطوط الإنتاج؟



شكل (09) استخدام الصندوق المورفولوجي في اعداد بنك افتراضي لسيناريوهات التطوير (من اعداد الباحثين)

المناقشة والمستخلص:

يمثل التحليل المورفولوجي أحد أبرز الأساليب التي يمكن الاعتماد عليها في إستشراف سيناريوهات التطوير التي يُمكن إعدادها لإستيلاد بدائل وحلول مبتكرة لمشكلات تصميم نظم التآثير المعدنية، اضافة إلى أن التطور الذي حدث في تقنيات وعلوم التصميم وإتساع المتطلبات الأستخدامية وتداخل التفاعلات بينها، قد زاد من أهمية الحاجة إليه- كمنهجية إبداعية غير نمطية- لتطوير تلك النظم ودعم قدرتها التنافسية، وخاصة اذا تم زيادة مستوي فعالية بالاستفادة من أدوات البرمجة الرقمية والأستعانة بزوي الخبرات في المجالات ذات الصلة. وقد ارتكزت المنهجية المقترحة على تشخيص أوجه الخلل وتحديد مقتضيات التطوير في النظام المستهدف، ثم تحليل وظائفه الثانوية وتحديد العناصر البنائية التي ستقوم بحمل تلك الوظائف، وتفكيك أجزاء النظام إلى أكثر من عنصر، ثم ابتكار بدائل لكل منه، ثم إعادة تركيب بدائل العناصر معاً وجمعها في مصفوفة متشابكة أو في بناء شجري، بغية إنشاء إعداد كبيره من السيناريوهات المحتملة داخل الحقل المورفولوجي، ولتقليص تلك الأعداد قد يتم الاستعانة ببعض أدوات البرمجة الرقمية لإجراء عمليات التقييم والفرز والتوثيق، استناداً إلى مجموعة من المرشحات أو المعايير المحددة سلفاً لإستبعاد البدائل الغير واقعية أو ذات متوسط القيمة الأقل، والإبقاء على سيناريوهات التطوير المبتكرة والممكنة والقابلة للتطبيق، والتي تُدخر بدورها كسيناريوهات داخل بنوك افتراضية للحلول، وباستخدام عمليات دمج وحذف وإضافة لها، يمكن التوصل إلى سيناريو نموذجي أو مرجعي لتطوير النظام المستهدف ثم التحقق منه.

رابعاً نتائج البحث

- 1- أن التحليل المورفولوجي هو منهج نظامي مخطط وفعال في تحليل واستقراء واستيلاد حلول مبتكرة لمشكلات التصميم المعقدة ومتعددة الأبعاد، من خلال تفتيتها إلى كيانات بسيطة، ثم إعادة تركيبها في توليفات كثيرة يسهل تقييمها وفرزها لأستبعاد الغير متسق منها.
- 2- أن السيناريو هو أحد الأدوات المساعدة، كونه يقدم بعداً منطقياً ومنهجياً لمراحل التخطيط الأستراتيجي لعملية التصميم واستشراف مآلاتها، ويعزز الربط من بين مستوياتها ومراحلها، ويوفر إجابات منطقية للأسئلة المتعلقة بخطط تطوير المنتجات: ما الذي يمكن أن يكون؟ وما المرجح أن يكون؟ وما الذي ينبغي أن يكون؟
- 3- تركز المنهجية المقترحة للتحليل المورفولوجي على البدء بالتفكير التحليلي لتفتيت الموقف التصميمي والأنتقال به من الكليات إلى الجزئيات، ثم استخدام التفكير الاستقرائي لإستيلاد حلول وإعادة تركيب الأفكار الجزئية، وإنتهاءً بالتفكير الناقد لتقييم الحلول والتحقق من أنسبها.
- 4- إن من أهم المعوقات التي تحدّ من توظيف التحليل المورفولوجي في حلّ مشكلات التصميم هي: صعوبة إنشاء وربط ونمذجة المدخلات، والأعداد الكبيره للحلول، والحاجة إلى خبراء وأدوات برمجة لإجراء عمليات البناء والتقييم والفرز.
- 5- أن تراجع حجم الصادرات المصرية من أنظمة الاثاث، يعود في بعض جوانبه إلى عملية التصميم، وإن معالجة ذلك يتطلب تبني منهجية متكاملة قائمة على توظيف أساليب ابداع تشاركية- كالتحليل المورفولوجي- واستخدام أدوات للبرمجة الرقمية والإستعانة بدعم من الخبراء، بغية إستيلاد سيناريوهات تطوير تدعم القدرة التنافسية لتلك الأنظمة.
- 6- تتدرج المنهجية المقترحة لتطوير نظم الأثاث المعدني من: تشخيص الخلل إلى تحديد مقتضيات التطوير، ثم تحليل البناء الوظيفي، تفكيك النظام، إبتكار بدائل لعناصر النظام وإعادة تركيبها في مصفوفة متشابكة، إنشاء تشكيلات محتملة، تقييم وفرز فضاء الحلول وأخيرا التحقق من سيناريو التطوير النموذجي الذي يكون مبتكراً وقابلاً للتطبيق.

خامسا مراجع البحث

1. أحمد عمر بدوي: (يوليو 1998) تحليل المنتج وتحليل الوظائف في تصميم المنتجات، بحث منشور، مجله علوم وفنون دراسات وبحوث، جامعه حلوان، عدد [3]، مجلد [15]، القاهرة.
2. أيمن عامر: (2007) التفكير التحليلي.. القدرة والمهارة والأسلوب، مشروع الطرق المؤدية إلى التعليم العالى، مركز تطوير الدراسات العليا والبحوث، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، الجيزة.
3. رون جيبسون: (مارس 2015) كيف يتم بناء الأفكار العظيمة؟ مقال إلكتروني منشور.
4. عثمان محمد غنيم: (يناير 2011) التحليل المورفولوجي.. تطبيق على حوادث المرور في المدن، بحث منشور، مجلة جامعة أم القرى للعلوم الاجتماعية، المجلد الثالث العدد الأول، الرياض.
5. عماد حسين حافظ: (2015) التفكير المستقبلي.. المفهوم المهارات الاستراتيجية، كتاب إلكتروني منشور، طبعة أولي، دار العلوم للنشر والتوزيع، القاهرة.
6. فضيلة عرفات:
- (سبتمبر 2010) التفكير الإبداعي مفهومه، أنواعه، خصائصه، مكوناته، مراحلها والعوامل المؤثرة فيه، بحث منشور، مركز النور للدراسات، بغداد.
7. محمد إبراهيم منصور (مارس 2013) الدراسات المستقبلية وأهمية توطئها عربيا، مقال منشور، ورشة العمل حول الدراسات المستقبلية، فعاليات منتدى الجزيرة السابع، الدوحة.
8. محمد خميس: (2016) الخيارات المعرفية والمنهجية في بناء السيناريوهات، بحث منشور، مجلة استشراف للدراسات المستقبلية، الكتاب الأول، الدوحة.
9. محمد سليم قلالة: (2017) التحليل المورفولوجي وبناء السيناريوهات، بحث منشور، مجلة استشراف للدراسات المستقبلية - المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات، العدد الثاني، دار المنظومة، الدوحة.
10. A. Prokopska, (No.1/2001) Application of Morphological Analysis Methodology in Architectural Design, Czech Technical University Publishing House, Acta Polytechnica Vol. 41.
11. A. Ghaffar, Alberding & (2005) Scenario Thinking, Vision 2020, akva Scenario Creations, A group operating under the supervision of the University of St. Andrews Management Institute , Andrews University Press , United Kingdom
12. A.Álvarez, & T. Ritchey, Others, (January 2015) Applications of General Morphological Analysis: From Engineering Design to Policy Analysis, Acta Morphologica Generalis, AMG Vol. 4 No. 1 (2015), Swedish Morphological Society.
13. Daniel Jensen & Others, (2009) Techniques to Enhance Concept Generation And Develop Creativity, research, American Society for Engineering Education, USA.
14. Eleni Sefertzi, (January 2000) CREATIVITY (dissemination of innovation and knowledge management techniques), INNOREGIO project, Report produced for the EC funded project.

- .15 H.Kosow, R.Gaßner, (2008) Studies, Methods of Future and Scenario Analysis. Overview, Assessment, and Selection Criteria, German Development Institute, Bonn
- .16 M. Dragomir & others, (2015) efficiency and resilience in product design by using morphological charts, 3rd EENVIRO and 6th YRC Conference, Research for the development and implementation into production of innovative furniture, University of Cluj-Napoca .
- .17 N. F. O. Evbuomwan , (August, 1997) Generation of Design Solutions Using Morphological Analysis, International Conference on Engineering Design, Iced 97 Tampere.
- .18 P. Kurowski & G. Knopf, (August 2011) Educating Engineers about Product Design Methodology, Faculty of Engineering, University of Western Ontario, Canada.
- .19 Tom Ritchey, (2009) Futures Studies using Morphological Analysis, Adapted from an Article for the UN University Millennium Project, Futures Research Methodology Series, Version 3.0, Swedish Morphological Society.
- .20 Urbancová Hana, (March 2013) Competitive Advantage Achievement through Innovation and Knowledge, Journal of Competitiveness, Vol. 5, Issue 1, pp. 82-96, Czech Republic.
- .21 W. Dartnall & S. Johnston, (August 2005.) Morphological Analysis (Ma) Leading to Innovative Mechanical Design, publications, International Conference on Engineering Design, Iced 05 Melbourne.
- .22 Zhongkai & J. Gómez, (2015) Modeling for sustainable product development strategies with general morphological analysis, (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn.
- .23 <http://www.efecfurniture.com/exports-reports-1>
<http://www.almasryalyoum.com/news/details/1219298> (No.2017 - (
- .24 <http://innovationexcellence.com/blog/2015/03/21/how-big-ideas-are-built/>
- .25 <http://kenanaonline.com/users/drnoshy/posts/269418>
- .26 <http://www.startimes.com/f.aspx?t=35884297>