الشبابيك التسعة

(التفكير في الزمن والقياس)

لحل المشكلات في التصميم الثلاثي الأبعاد

The nine windows
(thinking about time and scale)
to solve problems
in the three-dimensional design

أ.م.د. عبد الكريم علي حسين

قسم التصميم – كلية الفنون الجميلة

جامعة بغداد

أ.م.د. محمد علي حسين

قسم التصميم– كلية الفنون الجميلة

جامعة بغداد

www.mercj.journals.ekb.eg

الملخص:

تعد هذه الآلية من الآليات المهمة في جانب الحل الابتكاري للمشكلات التصميمية؛ إذ لا تتوافر تطبيقات أو آليات عملية في المكتبة العالمية، إنما بعض الأدبيات التي تشير بشكل عام إلى شكل وكيفية استخدام هذه الأداة كون هذه الأداة محصور استخدامها عند الأشخاص أو الشركات صاحبي الامتياز، وأن إمكانية استخدامها لعموم المصممين هو المشكلة الرئيسة لهذه الدراسة، أما أهداف البحث: التعرف على الشبابيك التسعة وإمكانية تطبيقها في حل مشكلات التصميم الثلاثي الأبعاد، وإنشاء تطبيق عملي لهذه الأداة في حل مشكلة تصميمية قائمة، لقد تطرق الإطار النظري لهذه الدراسة إلى فهم المشكلة التصميمية وطرق حلها إضافة إلى مفهوم آلية الشبابيك التسعة، كما شملت الدراسة إجراء تطبيقي لهذه الآلية، وقد توصلت الدراسة لنتائج واستنتاجات نذكر منها، أن استخدام الشبابيك التسعة توسع مساحة التفكير والتحليل إلى منطقة أبعد من حدود المنتج الفيزيائية الآنية، كما إنها تنظم المفاهيم والمصطلحات من الجانب التأريخي مثل الإجراءات والسياقات التي يمر بها النظام أو المنتج من خلال التقاطعات بين المصالح أو الفوائد بين الحاضر والماضي والمستقبل، إضافة إلى الحصول على مساحة واسعة وبيئة ابتكارية للبحث عن الحلول الممكنة.

الكلمات المفتاحية: فهم المشكلة التصميمية وحله. الشبابيك التسعة

Abstract

This mechanism is one of the most important mechanisms in the creative solution of design problems, as there are no practical applications or mechanisms in the World Library but some of the literature which refers to the general form and how to use this tool because this tool is limited to use by individuals or companies that are concessionaires and the possibility of using them.The objectives of the research were to identify the nine windows and their applicability in solving the problems of the three-dimensional design and to create a practical application for this tool in solving a design problem. The study concluded the use of the nine windows broadens the area of thinking and analysis to an area beyond the limits of the physical product. It also organizes concepts and terms from the side. Such as the procedures and contexts of the system or product through intersections between interests or benefits between the present and the past and the future, in addition to obtaining a large area and an innovative environment for the search for possible solutions.

M.E.R.C ISSN 2536-9504

Keywords: Understanding the design problem and solving it. The nine windows

المقدمة:

تعد الشبابيك التسعة من الأدوات المهمة لحل المشكلات في مجال التصميم الثلاثي الأبعاد إلا إن الأدبيات المكتوبة لها ليست بالقدر الكافي ليتيح استخدامها من قبل المصممين بشكل عام وتكون بيئة إنشاء هذه الأداة في الدول الغربية وبما إن هذه الدول تعد الملكية الفكرية حكرًا على صاحبي الامتياز (شخص أو شركة)، لذا لا تتوافر تطبيقات أو آليات عملية في المكتبة العالمية، إنما بعض الأدبيات التي تشير بشكل عام إلى شكل وكيفية استخدام هذه الأداة وفي جوانب ضيقة وهذه بحد ذاتها مشكلة كون هذه الأداة محصور استخدامها عند الأشخاص أو الشركات صاحبي الامتياز وأن إمكانية استخدامها لعموم المصممين هو المشكلة الرئيسة لهذه الدراسة، أما أهداف البحث: التعرف على الشبابيك التسعة وإمكانية تطبيقها في حل مشكلات التصميم الثلاثي الأبعاد وإنشاء تطبيق عملي لهذه الأداة في حل مشكلة تصميمية قائمة، إن أهمية هذه الأداة تمكننا من التفكير خارج إطار التفكر التقليدي (outside–the–box) بدلًا من التفكير في النظام القائم ضمن بيئة المشكلة فقط، كذلك تساعد في فهم والتخطيط لحلول المشكلات من خلال متغيرين وهما الزمن والقياس ،(الماضي– الحاضر– المستقبل) ضمن نطاق (النظام الكلي– النظام– النظام الجزئي). تستخدم هذه الأداة في حل المشكلات من المستوى الثاني والثالث[١].

فهم المشكلة التصميمية وحلها:

يعد فهم المشكلة من جوانبها المتعددة وإمكانية حلها من الأهمية البالغة للحقول الهندسية والإنسانية، فالعاملون في مجال التصميم والإداريون والسياسيون يساهمون من خلال حل المشكلات التي تظهر خلال أعمالهم الروتينية أو البحثية لتحسين متطلبات الحياة وتطوير الحاجات الإنسانية لتوفير حياة سهلة ومريحة للإنسان، لقد ذكر (Wenar)[٢] "نحن نعيش في عصر يختلف عن باقي العصور

السابقة فيما يخص حقيقة اكتشاف التكنولوجية الجديدة؛ إذ إن هذه الظاهرة أو الحقيقة لم تبقَ مجرد ظاهرة عفوية، وأنما أصبحت فهم العمليات الابتكارية التي نحتاجها ليس فقط لتطوير حياة البشر وتلبية احتياجاتهم، وإنما في المقدرة على أنشاء أي نمط من الحياة وبأي حضارة مطلوبة في المستقبل"[٣].

تختلف طبيعة المشكلات المختلفة من خلال القياس أو الحجم والأهمية ودرجة التعقيد، لذا فقد صنف (التشلر)[٤] المشكلات إلى نوعين رئيسين، النوع الأول: يشير إلى المشكلات (الروتينية) أو المشكلات البسيطة و التي يكون إجراءات ومراحل حلها معروفة، لقد سميت بالروتينية كونها مشكلات متكررة الوقوع خلال التطبيقات الحياتية و المسيرة البحثية ووجود أكثر من طريقة لحلها؛ وذلك بسبب الخزين المعرفي لكل حقل من حقول المعرفة والتي يمكن الرجوع إليه لحل المشكلات التي تظهر؛ إذ غالبًا ما يستخدم الحاسوب لخزن تلك الحلول وإمكانية الرجوع إليها لاحقًا فضلًا عن ربط المؤسسات البحثية ضمن الشبكات العنكبوتية ساعد في الوصول إلى كم كبير من المعلومات والحلول للمشكلات الروتينية[٥].

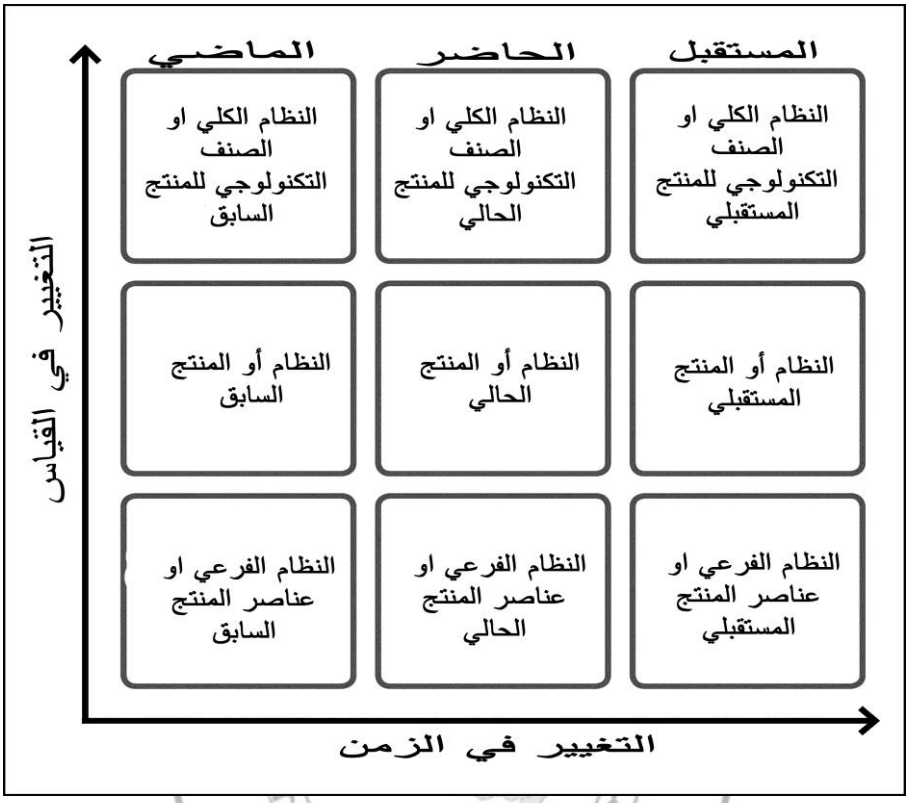
أما النوع الثاني من المشكلات: فهي المشكلات التقنية والتي يكون فيها مرحلة أو أكثر من المشكلة غير معلوم إضافة إلى كون الحل المتوقع غير معروف[٦]، لذا فمن الممكن تعريفها بكونها نوع من المشكلات التي يكون فيها على الأقل مرحلة من مراحل حلها حرجة ضمن بيئة المشكلة الرئيسة.

لقد توصلت بعض الدراسات إلى أَن واحدًا من عشرة مهندسين لديه قدرة الإبداع والخلق أكثر من أقرانه عند مواجهته لحل مشكلة ما، وقد وجد أَن هذا النمط من المهندسين عندما يواجه مشكلة ما لغرض حلها، فإنه غالبًا ما يستخدم ثلاث آليات منطقية هذه الآليات سوف توفر الكثير من الحلول للمشكلة، أطلق (التشلر) عليها بالتفكير الذكي (Talented Thinking) وقد صنفها بالآتي[٧]:

١. تطوير الحلول المثالية للمشكلات (Develop Ideal solutions) والذي يوحي بحلول حقيقة للمشكلات من خلال استخدام ذكي للمصادر المتاحة.
٢. التصريح عن أفكاره بدون الحكم عليها بشكل مسبق (View own ideas without judgment) والذي يعني عدم الحكم المسبق على الأفكار و الحلول كونها غير عملية أو صعبة؛ لأن الحكم المسبق سوف يوقف تدفق الأفكار والحلول.
٣. توسيع مجال المشكلة ضمن سياق الزمن والقياس والذي يتم بشكل متزامن من خلال عرض المشكلة أو الموضوع خلال الشبابيك التسعة (9 Windows) التي ستمكنه من مشاهدة المشكلة بشكل أوسع وأكثر تنظيمًا خلال سياق الزمن والقياس و تسمى أيضًا" بالتفكير بالوقت والقياس (Thinking in time and scale) ويطلق عليها أيضًا الشبابيك أو الأبواب التسعة (9 windows / Doors).

الشبابيك التسعة:

تعد هذه الأداة من الأدوات المهمة التي تساعد على مشاهدة وتحليل ومعرفة كل جوانب المشكلة وتاريخها واتجاهاتها وحلها؛ إذ تساعد في توسيع الجانب المعرفي والتقني وتسهيل فهم المشكلة (انظر الشكل رقم١) لذا سوف نضع المشكلة ضمنيًّا في سياق الوقت والقياس، فالمحور العامودي لتلك الشبابيك يبين تفاصيل المشكلة أو الحل من خلال فهمنا ضمن الصورة الحقيقية لها ضمن الصورة الأكبر وعلاقتها مع نظامها الكلي إضافة إلى فهم مكوناتها (عناصرها الرئيسة أو حتى مكوناتها الجزئية)[٨] ضمن محورها العامودي أما المحور الأفقي، فإنه يعطينا البعد التأريخي للمشكلة أو الحل هذا سيوفر فهم المشكلة أو الحل ضمن سياقها التأريخي (الماضي والحاضر والمستقبل) من خلال حركة المشكلة وحلها ضمن الحاضر والماضي والمستقبل.



شكل (١) يوضح الشبابيك التسعة، المصدر ٩ ص ٨٥

إن استخدام الشبابيك التسعة تمكن من رسم خريطة أو مسار أية حالة سواء أكانت مشكلة أم حل أو نظام أو منتج من خلال التفكير بالزمن والقياس، ففي حالة التفكير بالزمن، يعني التفكير أو فهم نظام المنتج كما هو الآن (الحاضر) كذلك كيف كان الماضي؟، وما هي احتمالات تغييره في المستقبل؟، أما في حالة وضع المشكلة أو النظام أو المنتج في سياق القياس، فهو فهم النظام ضمن سياق النظام الكلي وصولًا إلى التفاصيل[٩].

عند وضع النظام أو المنتج في الشبابيك التسعة يُمكننا من تلخيص مصفوفة الحقائق والبيانات بين المنتج وما يحيطه من بيئة والتي تكون لها صلة بالنظام أو

المشكلة هذا سيساعدنا في فهم البيئة العامة ويعني أيضًا تلخيص وتبسيط البيانات المعقدة المتوافرة وعرضها بشكل مبسط لتكون سهلة الفهم والقراءة من قبل الشخص الذي يستخدم هذه الشبابيك أو استخدامها كوسيلة عرض للآخرين كأداة تحليلية لفهم موضوع المشكلة الرئيسة[١٠].

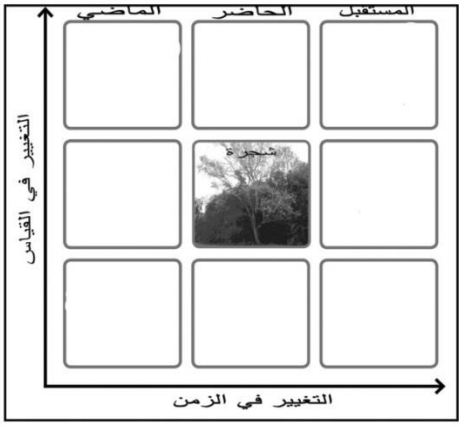
إن استخدام الشبابيك التسعة يساعد في فهم اتجاه المنتج وتطوره من الماضي إلى المستقبل من خلال قراءة ومقارنة التغيرات الجزئية أو الكلية التي حصلت للمشكلة لتوصله إلى ما هو عليه في الحاضر وكيف ستؤثر هذه التغيرات لرسم طريق واتجاه المنتج في المستقبل، فضلا عن تمكننا من التنبؤ (Prediction) سلبيًّا أو إيجابيًّا مما سيكون عليه المنتج في المستقبل، كما إن دراسة الماضي وسياق التغيرات التي حصلت له ليصل إلى ما هو عليه في الحاضر سوف يعطينا أيضًا الفهم والإدراك لما قد يجب أَن نهيئه في الحاضر من متطلبات ليكون ما مطلوب منه أَن يكون في المستقبل[١١].

يشير (Jack Hipple) إلى "أن الكثير من الدراسات الخاصة بالإدراك والاستيعاب للإنسان إن الإنسان يستطيع أَن يفكر في شيء ما (مشكلة، منتج، نظام...) ولتسعة مستويات، وهذا هو الحد الأقصى الذي يستطيع العقل الإنساني المتوسط أن يتعامل معه في مستويات التفكير"، لذا فإن تسعة مستويات من التفكير والتي استخدمتها هذه الآلية هي أقصى حد يستطيع الإنسان التعامل والتفكير والتنقل بها[١٢] تقول (Karin Kidd): خلال تدريسي للنظريات الابتكارية وعملي على تطبيقها، وجدت أَن الكثير من الأشخاص يجدون صعوبة في استخدام الشبابيك التسعة، ولكن بعد تجاوز هذا الحاجز الفكري، فإن استخدام هذه الأداة سيكون شائعًا في حياتهم اليومية)، أما (التشلر)، فيذكر في تعليقه على أستخدام هذه الأداة (لقد وجدت أَن الأطفال لهم براعة في التفكير في الوقت والقياس، وقد اقترح أن يفكر الأشخاص البالغون بنفس السياق الابتكاري الذي يفكر به الأطفال، وللتأكيد على هذا

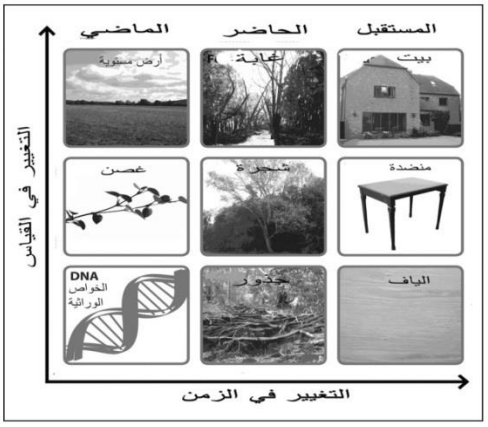
المفهوم أستخدم التشلر المثال البسيط التالي وهو(عند سؤال عدد من الأشخاص عن ماذا تعني شجرة،؟ فسيكون اتجاه الأشخاص الاعتياديين في فهم هذه الكلمة هو فقط الجانب البصري الفيزيائي من الشجرة انظر الشكل(٢) دون التفكير بارتباطها بالزمن والقياس، أما إذا سُئل نفس السؤال الى مهندسين مبدعين (أو أطفال صغار)، فإن الإجابة في الحال ستكون ضمن سياق التفكير بالوقت أو القياس، أي إن مفهوم الشجرة سوف يفسر ليس من الجانب الفيزيائي البصري فقط، بل من الجانب التاريخي والقياسي وكيف ستكون عليه انظر الشكل (٣)[١٣]، لذا نستطيع تعريف التفكير بالوقت والقياس وهو النظر وفهم نظام الشجرة (كما في المثال السابق) ضمن نظامها العام (ما يحيط بها) بحيث تعود إلى نظامها الكبير أو الكلي وهو الغابة وندخل في تفاصيلها الدقيقة فيما يخص الأوراق والأغصان والجذور..الخ، و التي تتكون منه لذا، سيكون لدينا نسيج يبدأ من الكل إلى الجزء (النظام الرئيس إلى الحاضر إلى التفاصيل أو المكونات) هذا النظام سيعطينا فهمًا وإدراكًا حقيقيًّا لماهية الشجرة وارتباطاتها.

أما تعريف التفكير في الزمن (Thinking in Time)، فهو التفكير بالمشكلة بما كانت عليه في الماضي وما هي عليه في الحاضر وما ستكون في المستقبل (غصن، شجرة، منضدة) فيما يخص النظام، ففي حالة النظر إلى الصورة الأكبر (الغابة) (أرض، غابة، سكن) وكذلك النظر إلى الزمن أو نظام الزمن الفرعي (DNA،جذور، حبة) انظر الشكل (٣) هذا يمكننا من أن نحلل المشكلة أو المنتج (في الحاضر)، والنظر إليها في الماضي مع كيفية حلول المشكلة في الماضي ومعالجة ذلك حتى يكون الحاضر هو المطلوب (المشكلة) أو التعامل مع المشكلة في الحاضر واعتبارها أمرًا مسلمًا به ومعالجتها كما هي في الحاضر واقتراح الحلول لغرض إزالة المشكلة في المستقبل، ومثال على ذلك تصميم معرض (اتوميوم شكل٤,٤أ) في بروكسل، إذ ذهب المصمم في اكتشاف شكل التصميم إلى إلتركيب الذري لذرة الحديد ليكون شكله النهائي هو التضخيم لهذا التركيب والوصول إلى

الشكل المقترح، لذا فإن عملية البحث عن الشكل المبتكر قد ذهب إلى المستوى التركيبي الجزيئي (DNA).

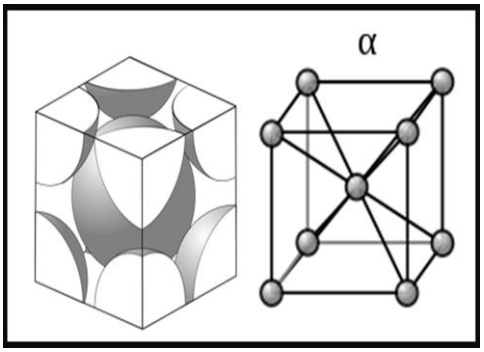


شكل(٢) فهم الجانب الشكلي والفيزيائي للمشكلة من قبل الأشخاص العاديين



شكل(٣) التفكير بالزمن زالقياس لما تعنيه كلمة شجرة للمصممين المبدعين أو للأطفال

(شكل ٤) (اتوميوم Atomium) مبنى تأريخي في بروكسل بلجيكا أنشأ أصلاً كمعرض عالمي في بروكسل، (المصدر تصوير الباحث).



شكل(٤أ) يجسد اتوميوم تسع ذرات من الحديد في شكل وحدة مكعبة محورها جسم بلورة الحديد والتي ضخمت الى ١٦٥ مليار مرة، (المصدر www.pinterest.com)

الإجراءات التطبيقية:

لتأكيد النتائج النظرية التي تناولها البحث، فقد تناول الباحثان إجراء تطبيق عملي لاستخدام الشبابيك التسعة من خلال افتراض مشكلة (متكررة الحدوث) وحلها باستخدام هذه الآلية، وقد كانت المشكلة هي (منضدة مصبوغة بلون أحمر تستخدم في رياض الأطفال هذه المنضدة يحصل لها تخديش بعد استخدامها لمدة معينة أي إن ضررًا سوف يحصل في سطحها الخارجي نتيجة الاستخدام) سيكون صياغة السؤال لهذه المشكلة كالآتي (كيف نصنع منضدة حمراء تستطيع أَن تصمد بدون أَن يحصل ضرر في سطحها الخارجي بعد استخدامها لوقت طويل؟) لحل هذه المشكلة فيما لو أعدت من مشكلات المستوى الأول (مشكلة روتينية)، فستظهر حلول آنية كون المشكلة الروتينية متكررة، وهناك حلول مسبقة، لها فمثلا من الممكن إعادة طلاء المنضدة مرة أخرى مقترح الحل هذا يكون عمليًّا وبسيطًّا (بالنسبة إلى الأشخاص العاديين) هذا الحل يتجاوز التفكير في الزمن والقياس كونه حلًا آنيًّا شائعًا، كوننا نظرنا إلى المشكلة كمشكلة روتينية واعتمدنا حلًا روتينيًّا معروفًا لها، ولكن عند النظر إلى المشكلة كونها من المستوى الثاني من الممكن الحصول على حلول مختلفة هذه الحلول تكون على مستويات مختلفة لهذه المشكلة في الزمن أو القياس.

ففي الحل الأول الشائع (بدون استخدام الشبابيك التسعة)، فقد اقترن الحل أساسًا بالمشكلة في زمنها (الحاضر) ليحلها في المستقبل (طلاء المنضدة مرة ثانية) هذا الحل هو حل شائع وليس حلًا جذريًّا أو ابتكاريًّا؛ إذ إن المنتج باستخدام هذا الحل وعند وصوله إلى المستقبل، فإن سطح المنضدة سوف يتضرر أيضًا خلال نفس الزمن الذي تضرر به السطح الأول (المنتج السابق)، أما عند استخدام الشبابيك التسعة (شكل ٥) فمن الممكن أَن يكون الحل المقترح هو في الماضي أي أن نعالج

المشكلة قبل وقوعها كأن نصنع المنضدة من خشب صلب جدًّا يقاوم الأضرار أو قد نطلي المنضدة بطبقة من البلاستك وخلال انتقالنا بين الشبابيك الأخرى، فإننا سنحصل على حلول مختلفة تتناسب هذه الحلول مع المحور الأفقي والعامودي الزمن والقياس كشبابيك مستقلة أو خلال علاقات بينها[١٤].

عند الولوج إلى الشباك الثاني في (شكل ٥)، نجد عدد المنتجات المشابهة كبير جدًّا وأن هناك حلولًا مطروقة لنفس المشكلة في منتجات مشابهة أو غيرها ومن تلك الحلول:

١- استخدام نفس طريقة تصنيع سطوح كاونترات المطبخ المصنوعة من الخشب والمطلية بلدائن غير قابلة للتشخيط.
٢- تصنع بعض المناضد من خلال تغليف سطحها بالواح رقيقة من الألمنيوم (المطلية كهربائيًّا أو كيماويًّا) والتي تكون مقاومة للتشخيط.
٣- تصنيع المنضدة في بعض المطاعم من مواد البناء وتغليف سطحها بمادة السيراميك.
٤- تصنع بعض المناضد في مطاعم الأكلات السريعة من اللدائن (الاكليريك الصلب) غير القابل للتشخيط.
٥- تصنع بعض المناضد من المعادن الخفيفة مثل سبائك ألالمنيوم.

أما عند الولوج الشباك الثالث والذي يشمل التنبوء المستقبلي لصناعة المنتجات المشابهة، فمن الممكن أن تكون الحلول:

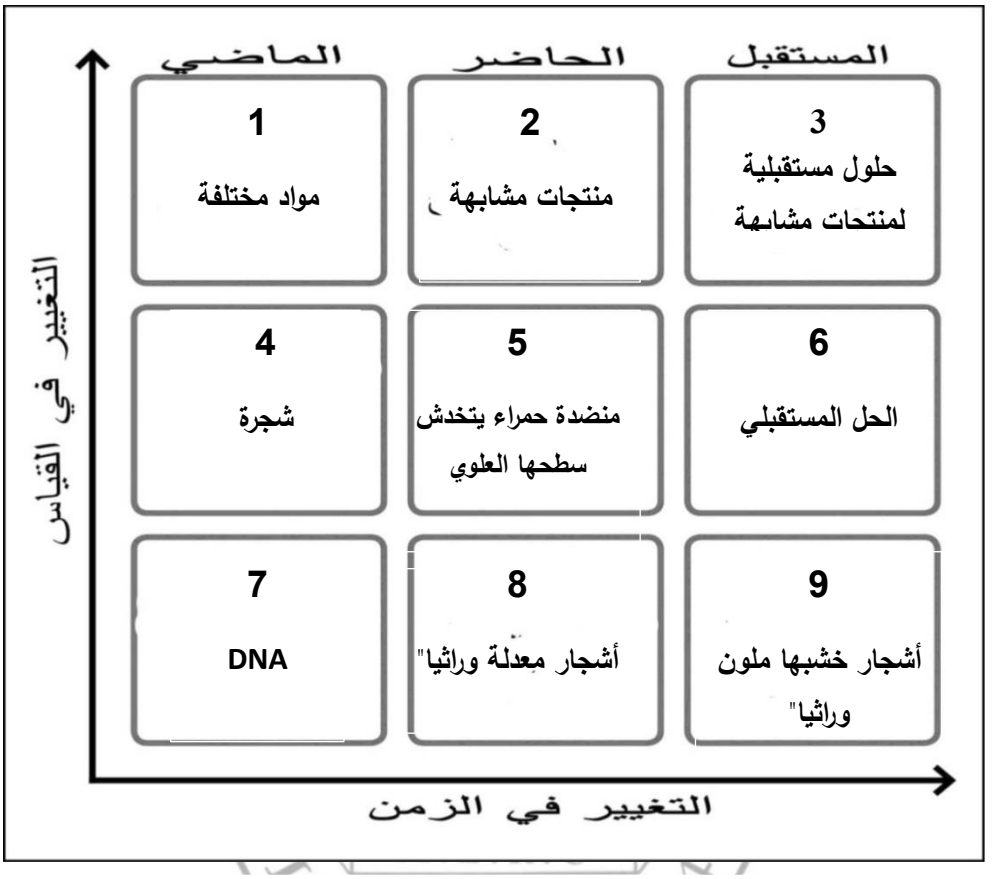
١- طلاء المنضدة بطبقة شفافة أو ملونة نانوية مقاومة للتشخيط.
٢- الاستغناء عن المنضدة في حالة المطاعم السريعة (توصيل إلى المنزل) أو في حالة التعليم المنزلي باستخدام الذكاء الاصطناعي.

أما عند الولوج إلى الشباك الثامن، فنرى بعض الحلول منها، تعديل بعض

الأشجار وراثيًّا للحصول على منتجات ذات مواصفات معينة، لذا فمن الممكن في المستقبل استخدام التعديل الوراثي لغرض إنتاج أخشاب ملونة حسب الطلب، وهو التنبؤ المستقبلي لشباك (٩) من الحلول في شباك (٨).

إن من الملاحظ من خلال تطبيق هذه الآلية من قبل الباحثين ولفترة دقائق التوصل إلى ثمانية حلول مختلفة بعضها عمليا قابل للتطبيق الآني وآخرى افتراضية ممكن تحقيقها في المستقبل البعيد أو القريب، فمثلا في الشباك الثالث للحل الأول، فأن التقدم العلمي في مجال تكنلوجيا النانو واستخدامها في بعض الصناعات المختلفة يعطي الفرضية في إمكانية تحقيق طلاء غير قابل للتشخيط، أما في الحل الثاني في الشباك الثالث، فإن بعض تجارب المدراس في العالم بدء باستخدام الذكاء الاصطناعي من خلال ربط الطلاب ضمن برامج حاسوبية متقدمة وإمكانية تعليم الطالب في البيت أو أي مكان آخر، لذا فإن مشكلة المنضدة الحمراء ستكون غير قائمة بسبب عدم وجود فضاء فيزيائي محدد في التعليم.

أما فيما يخص الحلول في الشباك الثامن، فإن التطور الحالي في مجال التعديل الوراثي للنبات من الممكن يشمل تلوين الأشجار مستقبلا حسب الطلب، لذا فإن تصنيع منضدة ملونة طبيعيًّا باللون الأحمر يكون ممكنًا، إن هذا الحل قد لا يكون ممكنا في الوقت الحاضر إلا إنه من خلال التنبؤات المستقبلية لما يحويه الحاضر سيكون من الممكن تحقيقه مستقبلًا.



شكل (٥) تطبيق للشبابيك التسعة لحل مشكلة منضدة حمراء تخدش سطحها العلوي

المصدر (إعداد الباحث)

إن الشبابيك التسعة توفر لمستخدمها الإمكانات الواسعة والخيال الكبير المتنوع للحصول على الحلول المختلفة خلال التجوال البصري و الفكري في الشبابيك الثمانية الباقية للحصول على أجوبة منطقية للمشكلات قد يكون بعضها مكلف وبعيد المدى (ولكنه ممكن في المستقبل) وأخرى حلولًا آنية وإن فهم المشكلة ضمن إطارها العام والتفصيلي وسياقها التأريخي سوف يوسع فهمنا للمشكلة ضمن إطارها الزمني والقياسي[١٥].

النتائج والاستنتاجات:

١. من الممكن تطبيق هذه الآلية كما استخدمها البحث في تحليل المشكلات والبحث عن عدد من الحلول المختلفة القابلة للتنفيذ الآني أو المستقبلي.
٢. الحصول على مساحة واسعة وبيئة ابتكارية للبحث عن الحلول الممكنة من خلال التغلب على القصور الذهني للمستخدم.
٣. توسيع مساحة التفكير والتحليل الى منطقة أبعد من حدود المنتج الفيزيائية الآنية.
٤. ممكن المشاهدة بشكل واضح والتعرف على الصورة الكلية (Big picture) للنظام أو المنتج والعلاقة بين الصورة الكلية والحالية والتفاصيل.
٥. تنظيم المفاهيم والمصطلحات من الجانب التأريخي مثل الإجراءات والسياقات التي يمر بها النظام أو المنتج من خلال التقاطعات بين المصالح أو الفوائد بين الحاضر والماضي والمستقبل.
٦. سهولة التخاطب وفهم تأريخ النظام أو المنتج بشكل سلس من قبل المستخدم أو من خلال الاستفادة منها كأداة توضيحية من خلال عرضها (فريق عمل تصميمي، إدارة..).

الهوامش

(1) Ashby,2013.p52.

(٢) وينر (Wenar) وهو أحد علماء الرياضيات الأمريكان إذ كان أول من أسس علم الضغط وعلوم الكومبيوتر.

(3) Darrell, 2005.P81.

(٤) جنريك التشلر(Genrich altshuller) (١٩٢٦–١٩٩٨)ولد في اوزبكستان في الاتحاد السوفيتي سابقا وهوعالم ومخترع ومهندس وصحفي وكاتب، واكثر الاعمال المعروفة بأسمه هو اختراع (نظرية تريز للحلول الابتكارية)،وقد كتب ايضا بعض القصص العلمية تحت اسم مستعار.

(5) Dmb, 2014. P 7.
(6) Jack, 2002.p410.
(7) Altshuller و2014(P.34-35).
(8) Toshiharu, 2011.p275.
(9) Mike, 2013(p,51-52).
(10) Genrich -1998(p.84-85).
(11) Kalevi, 2002. (p,39-40).
(12) Jack, 2012.P169.
(13) Geoff , 2005. P45.
(14) Jack, 2012. P23.
(15) Karen, 2011. P85.

M.E.R.C
ISSN 2536-9504

المصادر والمراجع

1- Darrell Mann and Conall Cathain, Using TRIZ in Architecture:First Steps, research published at international Design Congress, National Yunlin Universitoy of Scince and Technology, Taiwan, 2005.
2- Dmb, Ellen R: Global Innovation Science Handbook: Triz, McGraq Hill Professional, USA, 2014.
3- Genrich Altshuller translated by Lev Shulyak, And suddenly the inventor appeared triz, the theory of inventive problem solving, Worcester.
4- Geoff Tennant, Pocket TRIZ for Six Sigma, Copy zone, UK, 2005.
5- Jack B. Revelle: Manufacturing Handbook of Best Practices, CRC Press LLC, USA, 2002.
6- Jack Hipple, The Ideal Result,Science and Busines, New York, 2012.
7- John Terninko & others, Innovation an Introduction to TRIZ,CRC Press LLC, USA, 1998.
8- Kalevi Rantanen & Ellen Bomb, Simplified TRIZ, CRC Press, 2002.
9- Karen Gadd, TRIZ for engineers; enabling inventive problem solving, John Wiley & son, Ltd, 2011.
10- Mike Ashby and Karan Johnson,Materials and Design,butterworth-heinemann.Uk,2013Toshiharu Taura & Yukari Nagai, Design Creativity 2010, Springer-Verlag Limited, London,2011.