القيم المضافة لتوظيف الخامات الذكية المستحدثة في تصميم نظم التأثيث المعدني للمعارض

The added values of employing the advanced smart materials in the design of the metal furnishing systems for the exhibitions

م/ إسلام محمد عادل علي يونس

معيد بقسم تصميم الأثاث والإنشاءات المعدنية

Assist. Lect. Islam Muhammad Adel Ali Younes

Teaching Assistant, Department of Metal Furniture and Construction Design

esyo.adel@gmail.com

ملخص البحث

يهتم مصمم أنظمة العرض بشكل عام والأنظمة المعدنية خاصة بالمواءمة بين مدخلات ومخرجات التصميم المختلفة ليكون النظام التصميمي متكاملاً في أدائه الوظيفي وكذلك في صفاته ومحققاً لرغبات المستخدمين. كما يحرص المصمم على تحقيق أفضل كفاءة وظيفية لنظام العرض المعدني ليتمكن من منافسة النظم المماثلة في جودة وكفاءة الأداء محققاً بذلك المتطلب الوظيفي وهو من أهم متطلبات المستخدم التي تحدد مدى تحقيق نظام العرض المعدني لرغباته واحتياجاته. كما أن الاستفادة من تقنيات الخامات المستحدثة الذكية يساهم في رفع كفاءة تصميم وإنتاج نظم التأثيث المعدني للمعارض وتوفير العديد من الحلول التصميمية التي من الممكن ان تحقق احتياجات المجتمع المصري, على ذلك يهدف البحث إلى دراسة الخامات المستحدثة الذكية وكيفية الاستفادة منها في تصميم نظم التأثيث المعدني للمعارض ورصد القيم المضافة الوظيفية والإستخداميه والهندسية والاتصالية والإقتصادية والجمالية والبيئية لتوظيف الخامات الذكية المستحدثة لتلك النظم. ويمكن تحديد المشكلة البحثية في أن الخامات المستحدثة الذكية تعتبر احد اهم مدخلات عملية التصميم في الكثير من المجالات ولكن في المقابل لا تحظي بالاهتمام الكافي علي المستوي المحلي وخاصة في مجال المعارض حيث انها تعتمد علي الخامات التقليدية مثل الحديد والالومنيوم والرخام والتي من الممكن استبدالها بخامات مستحدثة تضيف قيم وظيفية وانشائية وجمالية واقتصادية, وايضا قصور نظم التأثيث المعدني للمعارض الموجودة بالسوق المصري المعتمدة على الخامات التقليدية في تحقيق قيم مضافة للتصميم على المستويات الوظيفية والإستخداميه والهندسية والاتصالية والإقتصادية والجمالية والبيئية مما أوجد الحاجة لرصد هذه القيم المضافة لتوظيف الخامات الذكية المستحدثة في تصميم نظم التأثيث المعدني للمعارض, وتوصل البحث إلى أن لكل نوع من المواد الذكية المستحدثة صفاته وخصائصه المميزة التي تميزه عن مواد أخرى والتي يكون لها دور في تصميم نظام العرض المعدني.كما أن المواد الذكية المستحدثة لديها القدرة على التلاؤم مع البيئة المحيطة بنظام العرض المعدني ولديها رد فعل مميز للمحفزات المحيطة بها.

الكلمات المفتاحية :

الخامات الذكية - التأثيث المعدني - نظم العرض المعدنية

Abstract:

The designer of display systems in general and metal systems in particular is interested in harmonizing the various design inputs and outputs, so that the design system is integrated in its functional performance as well as in its characteristics and fulfills the desires of the users. The designer is also keen to achieve the best functional efficiency of the metal display system in order to be able to compete with similar systems in the quality and efficiency of performance, achieving this functional requirement, which is one of the most important requirements of the

user that determines the extent to which the metal display system meets his desires and his desired needs. Also, making use of smart new materials technologies contributes to raising the efficiency of design and production of metal furnishing systems for exhibitions and providing many design solutions that can meet the needs of the Egyptian society. Therefore, the research aims to study the smart new materials and how to use them in metal furniture design systems for exhibitions and monitoring the functional, use, engineering, communication, economic, aesthetic and environmental values added to employ the smart materials developed for these systems. The research problem can be identified in that the smart developed materials are considered one of the most important inputs to the design process in many fields, but in return they do not receive sufficient attention at the local level, especially in the field of for exhibitions as it relies on traditional materials such as iron, aluminum, wood and marble, which can be replaced by novel materials that add functional, structural, aesthetic and economic values, as well as the limitations of the metal furnishing systems for exhibitions in the Egyptian market that depend on traditional materials in achieving added values for design at the functional, use, engineering and communication levels And the economic and the Aesthetic and environmental, which created the need to monitor these added values for employing smart materials developed in the design of metal furnishing systems for exhibitions, and the research concluded that each type of smart materials developed has its own characteristics and distinctive characteristics that distinguish it from other developed smart materials that have a role in the design of the metal display system. The new smart materials have the ability to cope with the environment surrounding the metallic display system and have a distinctive reaction to the surrounding stimuli.

Key words:
smart materials - metal furnishing - metal display systems

مقدمة:

مع مطلع القرن الجديد يعيش العالم ثورة كبيرة في مجال العلوم والتكنولوجيا حيث تسعي معظم الدول الي الربط بين النظريات العلمية الجديدة وتطبيقها علي ارض الواقع وذلك عن طريق اعادة بناء المؤسسات الصناعية ووضع اسس ومعايير جديدة للتصميم والانتاج بها والاهتمام بالبحث والتطوير للارتقاء بمستوي الانتاج الي المستوي المرغوب لتلك المؤسسات الصناعية و كذلك للمستهلكين. حيث يجب مراعاة معايير اختيار التكنولوجيا والخامات المناسبة للاستفادة منها بما يتناسب مع الاحتياجات الوظيفية والجمالية والاقتصادية والبيئية للمنتج . وعدم الخضوع للتبعية التكنولوجية كما هو الحال في مصر ومعظم الدول النامية حيث انه يضعف من تطوير الصناعة المحلية ويؤثر بالسلب علي المنتج المحلي .

ومع الاهتمام التكنولوجي نحو الاستفادة من الخامات المستحدثة واستخدامها بشكل كبير في العديد من المجالات لما لها من مميزات إنشائية وظيفية وبيئية واقتصادية . حيث تلعب الخامات دور هام في العملية التصميمية كاداه لتجسيد الأفكار وتطبيقها علي ارض الواقع وإيجاد العديد من الحلول التصميمية التي تحقق القيم الوظيفية و الجمالية و الاقتصادية والبيئية للمنتج حيث تتوقف عملية اختيار الخامات علي إدراك المصمم لخصائص تلك الخامات من الناحية الفيزيائية والإنشائية. ولقد ساهم التقدم المتزايد في تكنولوجيا الخامات الي ظهور مفاهيم جديدة مثل المواد الذكية والمواد المركبة والمواد النانوية التي من الممكن استخدامها في تصميم نظم التأثيث المعدني.

يهتم مصمم أنظمة العرض بشكل عام والأنظمة المعدنية خاصة بالمواءمة بين مدخلات ومخرجات التصميم المختلفة ليكون النظام التصميمي متكاملاً في أدائه الوظيفي وكذلك في صفاته ومحققاً لرغبات المستخدمين. كما يحرص المصمم على تحقيق

أفضل كفاءة وظيفية لنظام العرض المعدني ليتمكن من منافسة النظم المماثلة في جودة وكفاءة الأداء محققاً بذلك المتطلب الوظيفي وهو من أهم متطلبات المستخدم التي تحدد مدى تحقيق نظام العرض المعدني لرغباته واحتياجاته.

هذا بالإضافة إلى قيام المصمم بدراسة الأبعاد الأنثروبومترية للإنسان وقياسات جسمه المتنوعة ليصل إلى أفضل إستخدام آمن لنظام العرض المعدني مراعياً فيه الجوانب الإستخدامية والنفسية والفسيولوجية أثناء مراحل الإستخدام. كما يقوم المصمم بتحقيق المواءمة بين تكنولوجيا الإنتاج المتوقعة والتكلفة الإقتصادية لنظام العرض المعدني ساعياً لتحقيق أفضل ربح ليعود بالنفع الإقتصادي على المستخدم والشركة المنتجة لذلك النظام.

وبجانب كل ما سبق من متطلبات وظيفية وإستخدامية وإقتصادية فعلى المصمم تحقيق المتطلب الجمالي معتمداً على عناصر التصميم المختلفة ليحقق أكبر قدر من القيم الجمالية والذي يؤدى لحسن رواج نظام العرض المعدني وإنتشاره، وتحقيق المنافسة مع مثيله من أنظمة العرض المعدنية وخاصة في وجود المنافسة الضخمة للنظم المماثلة في الأسواق.

وعندما تتحقق القيم الوظيفية والإستخدامية مع القيم الإقتصادية مع تحقيق كافة الإعتبارات الهندسية يكون نظام العرض المعدني متزناً هندسياًً وملائماً لوظيفته المصمم من أجل تحقيقها ، وبذلك يسهل إستخدامه وتشغيله دون حدوث أي تأثير بسلامة المستخدم.

مشكلة البحث:

يمكن تحديد المشكلة البحثية في اطار النقاط التالية :

- تعتبر الخامات المستحدثة الذكية احد اهم مدخلات عملية التصميم في الكثير من المجالات ولكن في المقابل لا تحظي بالاهتمام الكافي علي المستوي المحلي وخاصة في مجال المعارض حيث انها تعتمد علي الخامات التقليدية مثل الحديد والالومنيوم والاخشاب والرخام والتي من الممكن استبدالها بخامات مستحدثة تضيف قيم وظيفية وانشائية وجمالية واقتصادية.
- قصور نظم التأثيث المعدني للمعارض الموجودة بالسوق المصري المعتمدة على الخامات التقليدية في تحقيق قيم مضافة للتصميم على المستويات الوظيفية والإستخداميه والهندسية والاتصالية والإقتصادية والجمالية والبيئية مما أوجد الحاجة لرصد هذه القيم المضافة لتوظيف الخامات الذكية المستحدثة في تصميم نظم التأثيث المعدني للمعارض.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى دراسة الخامات المستحدثة الذكية وكيفية الاستفادة منها في تصميم نظم التأثيث المعدني للمعارض ورصد القيم المضافة الوظيفية والإستخداميه والهندسية والاتصالية والإقتصادية والجمالية والبيئية لتوظيف الخامات الذكية المستحدثة لتلك النظم.

منهجية البحث:

تستند منهجية البحث إلي المنهج الوصفي للدراسات المتعلقة بالخامات المستحدثة الذكية وتصميم نظم التأثيث المعدني للمعارض.

فرضية البحث:

يفترض الباحث أن الاستفادة من تقنيات الخامات المستحدثة الذكية يساهم في رفع كفاءة تصميم وإنتاج نظم التأثيث المعدني للمعارض وتوفير العديد من الحلول التصميمية التي من الممكن إن تحقق احتياجات المجتمع المصري الوظيفية والجمالية والبيئية كذلك المحافظة علي القيمة الرمزية ضمن إطار اقتصادي.

محاور البحث:

ينقسم البحث إلى المحاور التالية:

أولاً- مفهوم وأنواع المواد الذكية المستحدثة لنظام العرض المعدني.

ثانيًا- أنظمة المعارض (المفهوم والأنواع والمزايا والمحددات).

ثالثًا- القيم المضافة لنظام العرض المعدني نتيجة توظيف المواد الذكية المستحدثة بها.

أولاً- مفهوم وأنواع المواد الذكية المستحدثة لنظام العرض المعدني.

تعتبر المواد الذكية المستحدثة هي إحدى نتائج إستخدام التقنيات التكنولوجية الجديدة حيث يساهم إستخدامها في تطوير الأداء الوظيفي وتحسين الشكل الجمالي لنظام العرض المعدني. ففي الماضي ساهمت المواد التقليدية مثل إستخدام المواد المعدنية وغير المعدنية وخصائصها في تصميم وتصنيع نظم العرض المعدنية المختلفة.

و منذ بداية التسعينات من القرن العشرين بدأت عملية توظيف المواد الذكية المستحدثة والتي ساهمت بشكل كبير في تطوير الأداء الوظيفي وتحسين الشكل الجمالي وأنتاج مجموعات متميزة من أنظمة العرض المعدنية المختلفة، الأمر الذي أحدث ثورة في عالم تصميم أنظمة العرض المعدنية وظهرت مجموعة جديدة ساهمت مساهمة مباشرة في إحداث تغيرات جذرية في نمط المعارض وطرق العرض والنمو المتسارع للتسويق المباشر، كما أنها حققت طفرة تكنولوجية نتيجة لإستخدام المواد الذكية المستحدثة في الكثير من المنتجات والانظمة الاستخدامية الحياتية ويشار إلي تلك الإنطلاقة الخارقة بـ"الانفجار التكنولوجي" .

وحين يتعلق الأمر بالتسعينات فقد كان التطور التكنولوجي المستخدم في إنتاج المواد الذكية المستحدثة يشبع حاجات معينة لدى المستخدمين وهذه الحاجات تختلف تبعا لآليات السوق المؤثرة والتي تساعد المصممين في تطوير أنظمة العرض المعدنية. وفيما يتعلق ببيع نظام العرض المعدني،نجد أن علي الشركات الصناعية تقديم نظام العرض بخصائص جديدة ومتميزة بإستمرار لمنع منافسيهم الأكثر إبتكاراً من الإستحواذ علي نصيبهم في السوق.

وتتمتع المواد الذكية المستحدثة بقدرة كبيرة على إثراء وتعزيز جماليات أنظمة العرض وبالتالي يكثر إستخدامها من قبل المصممين الذين لا يسعون فقط إلى المزايا الفنية والميكانيكية، ولكنهم يسعون أيضاً إلى المزيد من الجاذبية في تصميماتهم لأنظمة العرض المعدنية المختلفة والتي تجذب المزيد من المستخدمين والإستحواذ على مساحة أكبر من السوق، وذلك لتوظيفهم للمواد الذكية المستحدثة وبالتالي يمكن تقديم نظام العرض المعدني بخصائص جديدة ومتميزة وغير تقليدية والتي لا تتحقق دائما مع النظام التقليدي. الأمر الذي يؤدى إلى جعل المواد الذكية المستحدثة تأخذ مركز الصدارة باعتبارها جزء من التصميم الإبتكارى وذلك لقدرتها على توفير درجة أعلى من الأداء الوظيفي بالإضافة إلى تطوير الشكل الجمالي لنظام العرض المعدني، حيث يمكن للمواد الذكية المستحدثة أن تكون بدائل مناسبة لكثير من المواد التقليدية المستخدمة في تصنيع نظام العرض المعدني والتي يمكن أن توظف من خلال حساسات للحرارة أو ألياف ضوئية متغيرة اللون.

والمواد الذكية المستحدثة المتغيرة الألوان والمواد الذكية المستحدثة الحساسة للحرارة التي تجذب المتلقي بتغيرها المستمر للون طالما وضع في مكان له درجة حرارة مختلفة. ويمكن أن يكون اللون الذي يتغير درجته مع تغير درجة الحرارة وإستخدامه مع نظام العرض المعدني يجعله الأكثر جاذبية للإستهلاك.

تعريف المواد الذكية المستحدثة: Definition of Smart Materials

انه من الصعب وجود تعريف موحد للمواد الذكية المستحدثة ولكن إذا ما أردنا إستخدام مصطلح أكثر وضوحاً وشمولاً فإنه يمكن أن نعرف المواد الذكية المستحدثة على أنها: مجموعة من المركبات (Compounds Materials) أو المواد المؤتلفة(Composite Materials) مع بعضها البعض و التي تغير مادة واحدة أو أكثر منها من خصائصها إذا ما تعرضت لمؤثر خارجي مثل (الضغط ودرجة الحرارة والرطوبة ودرجة الحموضة والمجالات الكهربائية أو المجالات المغناطيسية) مثال على ذلك الشكل الأساسي للمادة الذكية المستحدثة سيتغير إذا ما تعرض الى محفز خارجي مثل إختلاف في درجة الحرارة أو إلى تيار كهربائي أو وجود مجال مغناطيسي.(Arjomandi, Maziar.2007)

كما أن هناك تعريف آخر شامل ينبثق من موسوعة التكنولوجيا الكيميائية وهو: تعد المواد الذكية المستحدثة والموظفة بالهياكل الصناعية هي تلك الأشياء التي تحس بالأحداث البيئية المحيطة ومن ثم تعمل على الإستجابة والتلاؤم مع الظروف البيئية الجديدة المعرضة لها.

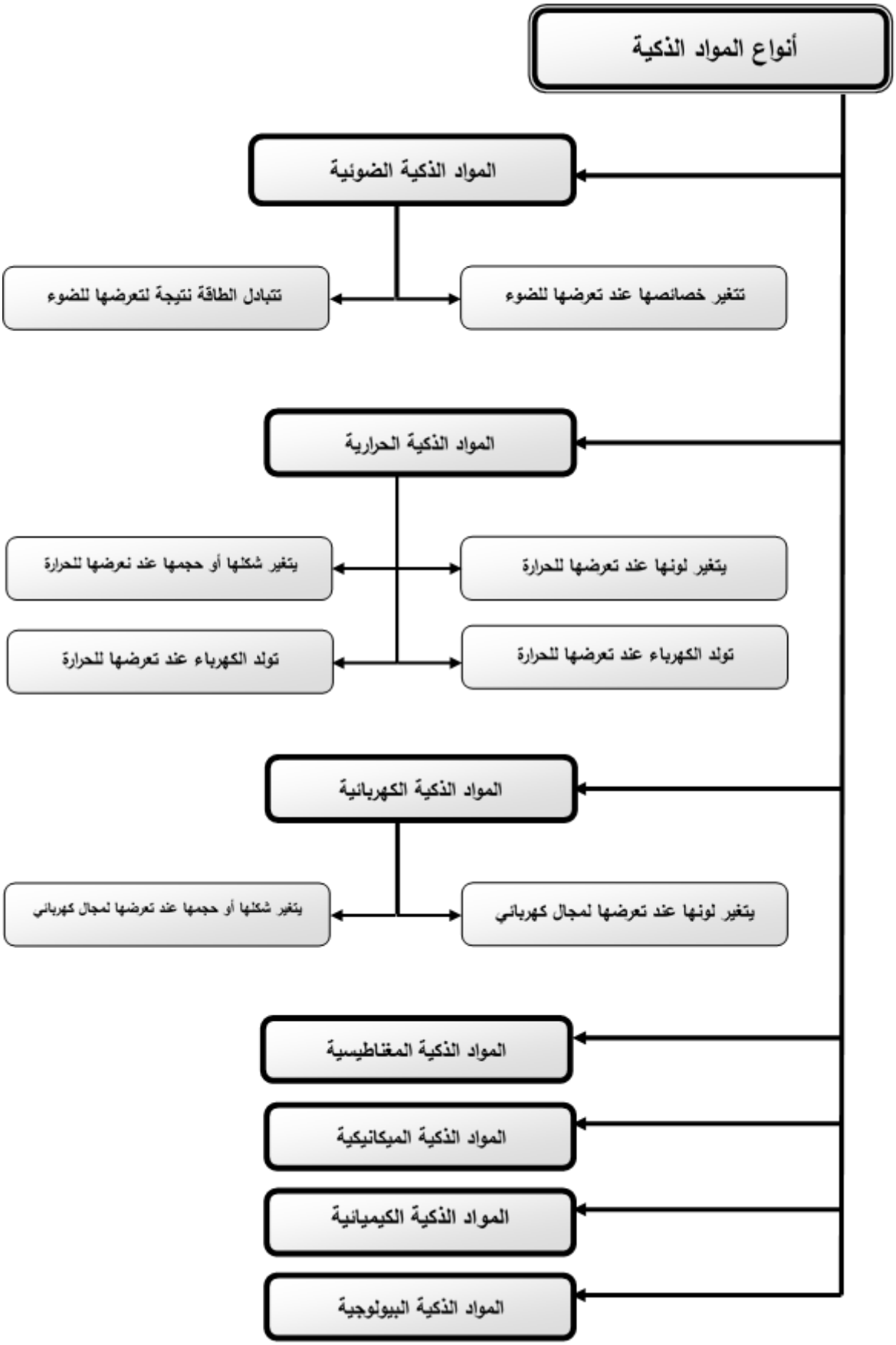
كما يمكن تعريف المواد الذكية المستحدثة على أنها: المواد عالية التصميم القادرة على التفاعل تفاعلاً ذكياً مع بيئتها المحيطة. كما عرف أدينجتون وسكوداك (Addington & Schodek) المواد الذكية المستحدثة بأنها مواد ذات خصائص خاصة ولها مفاهيم تميزها عن المواد التقليدية، وهذه الخصائص هي (الانتقالية، والانتقائية، والفورية، والتشغيل الذاتي، والمباشر). أما الانتقالية (Transitional): فهي قدرة المادة الذكية المستحدثة على الإستجابة للمؤثرات الخارجية المعرضة لها، والتي تظهرها في أكثر من حالة بيئية مختلفة.

فى حين أن الانتقائية (Selectivity): هي رد فعل المادة الذكية المستحدثة المتميز و التي يمكنها من التنبؤ بما يحيط بها من محفزات بيئية.

أما الفورية (Immediacy): فهو المصطلح الذي يشير إلى الاستجابة للوقت الحقيقي.

أما التشغيل الذاتي (Self-Automation): فهو قدرة المادة الذكية المستحدثة على الإستجابة للمؤثرات الخارجية المحيطة بالمادة معتمدة على التركيب الذرى للمادة الذكية المستحدثة بدلاً من الهيكل الخارجي البنائي عن طريق إمتصاص الطاقة وإسترجاعها؛ والمباشرة هي الاستجابة الفورية عند حدوث المؤثر عليها.(Addington, Michelle and Daniel Schodek. 2005)

وتعتمد المنتجات الذكية بشكل اساسي في بنيتها على الخامات الذكية Smart Materials التي تدخل في التكوين الرئيسي لها, والتي من خلال خصائصها يكتسب المنتج الذكي خصائصه, المنتجات الذكية Smart Product مصطلح يتم إطلاقه على المنتجات التي تستجيب بذكاء للتعامل مع المتغيرات المحيطة من خلال البعد المادي والبعد القائم على المعلومات Physical and Information-based, بحيث تغير من حالتها وفق المتغيرات المادية والبيئية بإحداث تفاعل وإعادة ضبط لحالتها وفق هذه الظروف المادية والبيئية . (وليد ابراهيم حسن , ٢٠١٣)



الشكل (١) أهم أنواع المواد الذكية(كريم صابر مصطفى:٢٠١٢)

ثانيًا- أنظمة المعارض (المفهوم والأنواع والمزايا والمحددات):

١/ مفهوم أنظمة المعارض :

يقول جون ابليارد فى كتابه فن تنظيم المعارض التجارية " إن الموقع المثالي في أى مكان في العالم هو الموقع الذي يتميز بكونه متوسطا، فلا يوجد ما يحول دون رؤيته ودخوله من أي جانب. ولكن الواقع يقتضى أن تكون معظم المواقع في المعارض بجانبين ظاهرين على أقصى تقدير.(جون ابليارد:٢٠٠٨)

ومن الناحية الوظيفية هناك مفهومان من المعارض كما يلي :-

المعارض ذات التصميم الواحد وهذه المعارض تأخذ شكلا موحدا او مجموعه أشكال محددة ولا يكون التشكيل الفراغي صعب فيكون التشابه هناك في الألوان والمواد والتفاصيل والتشكيل النهائي للعناصر المكونة فيساعد ذلك على الترابط البصري والوحدة التي تظهر للزائر .

المعارض ذات التصميم الحر/ المتعدد وفيها يكون الحرية فى التشكيل ولكن المشكلة الأساسية هى كيفية ايجاد تجانس واستمرارية الفراغ ويكون نجاح التصميم من الناحية البصرية لتحقيق راحة للمشاهد نفسيا وبصريا وذلك باشباع الرغبات والاحتياجات المتعددة الجوانب لزوار المعرض على قدر الامكان للوصول الى التجانس والاستمرار المطلوبين وبذلك نضمن وجود علاقة منظورية تؤدى الى التجانس والاستمرار بالتدرج بالمساحة المخصصة للأنظمة.(Stephen (Bitgood:1994

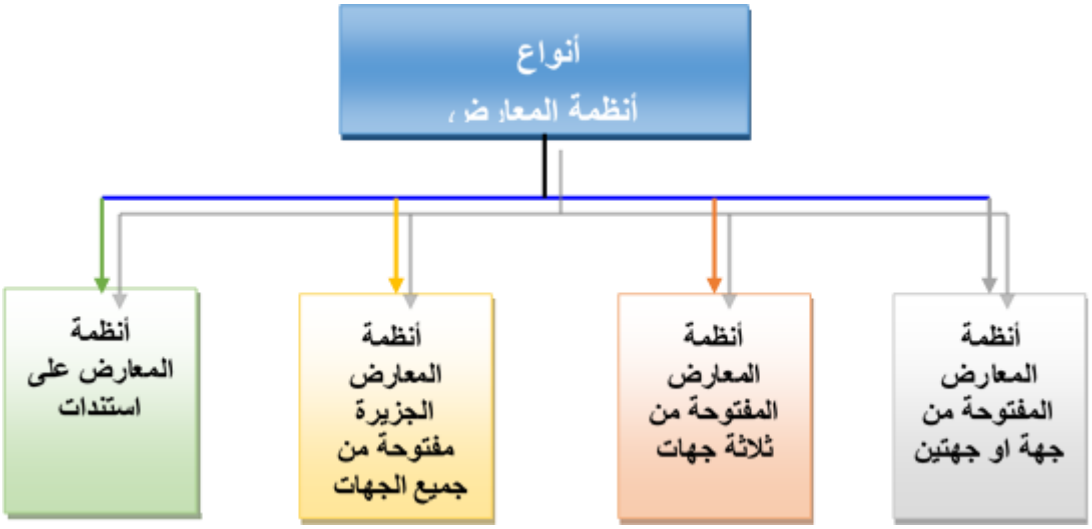
حيث تترك أنظمة العرض أكثر الانطباعات البصرية عمقا، فعند الاشتراك فى أحد أنظمة المعارض،يرى الزوار جميع ما تمثله شركتك مصورا فى هذا الجناح. فيرون تمييزها السلعي والعاملين فيها وفلسفتها ومنتجاتها.ويمكنهم من خلالها أن يحددوا مدى ود العاملين فى التعامل مع العملاء ورغبتهم وخدمتهم.ولا توجد وسيلة أخرى يحظى بها العميل بجميع هذه الأمور دفعة واحدة،بل إن الزيارة للمصنع أو الشركة لن تحقق هذا.(جون ابليارد:٢٠٠٨)

وبالنسبة لتصميم بنية نظام/جناح العرض فقد يستعان بقطاعات من الألومونيوم الجاهزة لعمل ما يسمي بنظام القواطيع المستقلة (Partition system) لتكوين بنية الوحدة ثم يستكمل شكل الوحدة عن طريق شعار الشركة أو العلامة التجارية وباقي مكملات العرض من وحدات نمطية كالإستاندات والكاونترات وكذلك لصق أو تعليق البوسترات... إلخ

وتلك النوعية يتم استخدامها بشكل تكرارى أو دورى في كل معرض مؤقت كما تقوم بعض الشركات الخاصة في مجال العرض بإنتاج نقاط عرض ذات أجزاء نمطية الأشكال والأبعاد لتستفيد منها الشركات العارضة, كما يمكن فك وتركيب الوحدة ومنها ما يمكن طيه وتخزينه .

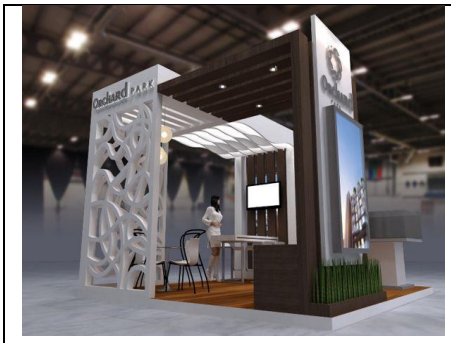
٢/ أنواع ومزايا ومحددات تصميم أنظمة المعارض

تتعدد أنواع أنظمة المعارض من الناحية الشكلية التي يتم إنشاءها عليها, والتي تحدد طبيعة العرض وكيفية التواصل مع الجمهور المستهدف, والتي تحدد أيضا بشكل كبير طريقة العرض وأدواته, وارتباطه البصري بالجمهور, ويمكن تقسيم أنظمة المعارض إلى أربعة أنواع رئيسية يمكن توضيحها في الشكل التالي :



شكل (٢) أنواع أنظمة المعارض

أنواع أنظمة المعارض	المزايا	نموذج
أنظمة معارض مفتوحة من جهة أو جهتين One Side/ Tow Side Open	إن الأنظمة ذات الظهر المغلق هي أنظمة المعارض الشائعة الاستخدام وشكلها ذات جدار خلفي كامل ولها واجهة واحدة أو واجهتين مفتوحة للدخول والخروج منها. تحتاج لسلوك استخدامي خاص ، فهي تعد آمنه كما تعتمد على إظهار العرض في وضع مناسب لإتجاه حركة الجمهور.	
أنظمة المعارض المفتوحة من ثلاثة جهات Three Side Open	تعرف بأنها أنظمة المعارض المفتوحة من ثلاثة جهات، بمعنى أنها تكون مفتوحة للمرور خلالها ويمكن أن يكون لها حائط جانبي.هذا النوع من الأنظمة يفضله كثير من المصممين من مميزاتها يجعل التصميم الداخلي لأنظمة المعارض ظاهراً من جميع الاتجاهات, ومن عيوبها احتمالية لمس السلع والمعروضات من قبل المتلقين.	

أنظمة معارض مفتوحة من كل الجهات "جزيرة" "Four Side Open"	"الأنظمة الجزيرة Island " ويطلق عليها أيضا أنظمة الردهة ويمكن تسميتها "الأنظمة ذات العرض الدائري displayed in the round , وتعريفها هي تلك الأنظمة التي تتيح عرض المنتجات أن يظهر من أي زاوية ومن أي اتجاه، حيث يكون النطاق المحيط بالأنظمة من جميع جهات الرؤية للجمهور , ونظراً لغياب الخلفية (الظهر) في الأنظمة الجزيرة فإن ذلك يتطلب تقنيات عرض خاص شديدة الاختلاف عن الطرق التقليدية المستخدمة في باقي الأنظمة المفتوحة.	
أنظمة المعارض على استندات	أنظمة المعارض على استندات هي تلك التي ترتفع بمقدار (٣) أقدام عن مستوى الأرضية الرئيسية للمعرض العام ، وقد يكون ارتفاعها الكلي (٥) أقدام , أما طريقة العرض قد تكون أكثر تسطيحا عن المطلوب من أجل توفير الرؤية لأنواع معينة من العروض .	

جدول رقم (١)أنواع ومزايا أنظمة المعارض

وتتعدد محددات تصميم أنظمة المعارض والتي يمكن توضيحها في النقاط التالية:

1. تحديد الغرض من إقامة المعرض والقيام على تحقيقه من خلال جناح المعارض سواء كان الهدف " تجاري – سياحي – دعائي ...الخ".
2. تحديد نوعية زوار المعرض " تحديد الجمهور المستهدف (من حيث الفئة العمرية – المستوى الاجتماعى – المستوى الثقافى –المهنة ...إلخ ".
3. البساطة ووضوح الفكرة التصميمية في تصميم أنظمة المعارض.
4. استخدام وسائل تصميمية مكملة متنوعة مفهومة وقصيرة وسهلة الوصول والوضوح بالنسبة للمتلقي .
5. اختيار المكان المناسب لإقامة أنظمة المعارض من حيث (التهوية - الإضاءة – الموقع –المساحة – إمكانية الرؤية – إمكانية الوصول السلس).
6. تنظيم المعروضات بصورة مبسطة مع مراعاة المسافة المناسبة بين المعروضات وبينها وبين الزائر مع مراعاة خط حركة الزائر .
7. الاهتمام بالتصميم الشكلي العام مع مراعاة تناسق الألوان والأحجام والملامس.(سهام حسن :٢٠١٥)

ثالثًا- القيم المضافة لنظام العرض المعدني نتيجة توظيف المواد الذكية المستحدثة بها:

إن الواقع العملى لمساهمات الأنظمة الذكية (المنتجات والخامات الذكية) فى المجال التصميمى بشكل عام , والتصميم التفاعلي بشكل خاص يرتبط باتجاهات مستقبلية لاعادة صياغة العمل التصميمى ، بهدف التحول من الحالة الفردية لاتخاذ القرار التصميمى إلى منظومة الخبرات المتكاملة ، اعتمادا على نظم قواعد المعرفة والتى تتعامل بطريقة منهجية مع كم هائل من المتغيرات الكمية وغير الكمية فى تصميم المنتج كما يلى :

المتغيرات الكمية وهى متغيرات موضوعية قابلة للقياس الكمي ، يتم قياس كل منها على حدة أو يتم دمج بعضها ، أو تحويلها إلى مؤشرات كمية ووضع أوزان مختلفة لكل متغير ، والمفاضلة بينها لدعم اتخاذ القرار , مثل الراحة الحرارية ، الاقتصاد فى التكاليف ، استهلاك الطاقة ، التوافق مع القوانين البنائية .

- المتغيرات غير الكمية والتي تختلف في نسبة إخضاعها للقياس مثل :

-التأثيرات البيئية ، التوافق الوظيفي .... وهى متغيرات موضوعية يمكن إخضاعها للقياس النسبي .

-القيم الجمالية ، رضا المستخدمين ..... وهى متغيرات نسبية يصعب إخضاعها للقياس(وليد ابراهيم حسن , ٢٠١٣)

يعتبر توظيف المواد الذكية المستحدثة بنظام العرض المعدني من العوامل الهامة التي أوجدت مجموعة من أنظمة العرض ذات خصائص جديدة ومتميزة ومختلفة عن نظيرتها من نظم العرض المعدنية التي أستخدم في تصنيعها المواد التقليدية. حيث أن توظيف المواد الذكية المستحدثة يضيف أبعادا جديدة لنظام العرض المعدني مثل البعد الوظيفي والإستخدامى بالإضافة إلى تحسين الشكل الجمالي لنظام العرض المعدني من خلال الخصائص المميزة لها والتي تتميز بالمرونة العالية (Elasticity)، والفورية (Immediacy)، والتشغيل الذاتى (Self-Automation)، والانتقائية (Selectivity)، المباشرية (Directness) والتي تحقق جميع متطلبات تصميم النظام العرض المعدني الصناعي محققة جميع الإعتبارات التصميمية المنشودة الخاصة بالنظام العرض المعدني ذو الطبيعة الهندسية.

فنجد أن توظيف المواد الذكية المستحدثة بالنظام العرض المعدني يضيف لها قيم وظيفية مثل تغير لونها كمؤشر عن الحرارة وقيمة إستخداميه مثل إستخدام المواد الذكية المستحدثة التي يتغير شكلها حسب تغير ضغط المستخدم. وقيمة هندسية مثل إستخدام المواد الكهروضغطية كمخمدات للإهتزازات في المعدات الصناعية وتوليدها طاقة نظيفة أو إستخدام البوليمرات

الذكية المستحدثة في تكسية المعدات لحمايتها من الصدأ. وكذلك قيمة جمالية مثل إستخدام المواد التي تغير لونها على شاشات الهاتف النقال وهياكل المركبات، وقيمة بيئية كاستخدام مواد ذكية تتحلل في البيئة وتتحول إلى عناصر عضوية طبيعية .

وعلي ذلك فإن توظيف المواد الذكية المستحدثة بالنظام العرض المعدني يحقق مجموعة من القيم المضافة لنظام العرض المعدني مما يجعل نظام العرض المعدني أكثر حداثة وتميزاً ومنافساً مع نظم العرض المعدنية التقليدية المماثلة له وهذا يعتبر قيمة اقتصادية مضافة.

وفيما يلى مجموعة القيم المضافة نتيجة توظيف المواد الذكية المستحدثة:

(١) القيم الوظيفية:

من المعروف أن قدرة نظام العرض المعدني الصناعي على القيام بوظيفته الأساسية المصمم من أجلها ومدى تحقيقه للأداء الوظيفي يعتبر من الإعتبارات الأساسية التي تجذب المستخدم لنظام العرض المعدني. فلا يمكن للمستهلك أن يقوم بشراء نظام العرض المعدني الذي لا يقوم أساساً بوظيفته الأساسية فمثلاً المكنسة الكهربائية وظيفتها الأساسية هي شفط الأتربة، فلن يقبل المستخدم من المكنسة الكهربائية إلا أن تقوم بوظيفتها الأساسية وهى شفط الأتربة.

ونجد أن توظيف المواد الذكية المستحدثة بالنظام العرض المعدني المختلفة قد أضاف لها قيمة وظيفية جديدة والتي تسمى بالقيمة الوظيفية الثانوية بجانب تأكيده على القيمة الوظيفية الأساسية.(Schwartz, M.,2009)

(٢) القيم الإستخدامية:

من المعروف أن مدى ملاءمة نظام العرض المعدني للإستخدام أثناء التشغيل من ناحية الوزن، وكذلك حدود الأمان وسهولة التشغيل وفك وتركيب وحداته مع بعضها البعض وصيانتها بصورة سهلة وآمنة من الإعتبارات الإستخدامية التي يلزم توافرها بنظام العرض المعدني الصناعي، حتى يحقق القيمة الإستخدامية التي صمم من أجلها. كما يعتبر مدى ملاءمة أبعاد نظام العرض المعدني لتداول المستخدم وما إلى ذلك من عوامل إرجونومية من سهولة رؤية البيانات أو الإشارات التحذيرية ..... الخ، من العوامل الأساسية لتحقيق مدى قدرة نظام العرض المعدني على تحقيق القيمة الاستخدامية للمستهلك.

(٣) القيم الهندسية:

تعتبر قدرة نظام العرض المعدني ذو الطبيعة الهندسية على الإتزان وتصريف القوى والاجهادات المؤثرة عليه، وقدرته على الحفاظ على عمره الافتراضي، وسهولة صيانته، ومدى ملاءمة نظام العرض المعدني للمتغيرات البيئية المحيطة، وسهولة فك وتركيب وحدات نظام العرض المعدني وإعادة تدوير المواد المشكل منها أجزاء النظام العرض المعدني من العوامل الأساسية التي يجب أن يراعيها المصمم عند التصميم. حيث تعتبر القيمة الهندسية لنظام العرض المعدني من العوامل الأساسية في تحديد أساليب الإنتاج، حيث يهتم المستخدم في تقييم مدى قدرة نظام العرض المعدني على التلاؤم مع الظروف البيئية المحيطة.كما يهتم بسهولة صيانته وكذلك بعوامل الأمان الكهربائية والميكانيكية به حتى يتسنى له المفاضلة و الإختيار بين نظم العرض المماثلة.

لذلك فإن قدرة النظام العرض المعدني على تحقيق الإعتبارات الهندسية المتمثلة في تحقيق الإتزان وتصريف القوى والإجهادات وتحقيق عوامل الأمان الكهربائية والميكانيكية وسهولة الصيانة ... الخ، من العوامل التي تضيف بعداً هندسياً تنافسياً لنظام العرض المعدني عن النظام العرض المعدني المماثلة له.

وبالتالي نجد أن توظيف المواد الذكية المستحدثة بالنظام العرض المعدني قد أضاف قيمة هندسية لم تكن موجودة بالنظام العرض المعدني المستخدم في تشكيلها المواد التقليدية فنجد مثلاً إستخدام المواد الكهروضغطية كمخمدات للإهتزازات وتوليد طاقة كهربائية نظيفة، يجعل النظام العرض المعدني أكثر اتزاناً ومحققاً قيمة هندسية مضافة متمثلة في توليد طاقة كهربائية نظيفة. فعلى سبيل المثال إستخدام المواد الكهروضغطية كمولدات للطاقة الكهربائية في القداحات والأجراس المنزلية قد أكسبها ميزة وهو طول العمر التشغيلي لها، مما يساعد على إستخدامها لعديد من المرات مما أكسبها قيمة هندسية مضافة متمثلة في طول العمر التشغيلي. كما أن إستخدام المواد الذكية المستحدثة كمواد مقاومة للحريق في نظم العرض المعدني المختلفة أكسبها ميزة هندسية متمثلة في تحقيق عوامل الأمان. كل ذلك جعل من توظيف المواد الذكية المستحدثة بنظم العرض المعدني المختلفة قد اكسبها قيم هندسية مضافة لم تكن متوفرة من قبل بإستخدام المواد التقليدية في تشكيلها. (Schwartz, M.,2009)

(٤) القيم الجمالية:

يعتبر الشكل من أهم العوامل الجاذبة للمستهلك، حيث تقوم مكونات الشكل المتمثلة في الهيئة واللون والملمس.... الخ، بجذب المستخدم لشراء النظام العرض المعدني. حيث تؤثر مكونات الشكل على عمليات التسويق والبيع وذلك لتعدد النظام العرض المعدني المنافسة لكل نظام العرض المعدني، مما يحمل المصمم عبئاً إضافياً لإخراج النظام العرض المعدني في أفضل صورة. ولقد كان العامل الجمالي لنظام العرض المعدني الناتج عن إستخدام المواد التقليدية عامل ثابت بسبب عدم قدرة المواد التقليدية على التغير والتشكل وفق الظروف البيئية المحيطة، أو حسب رغبة المستخدم مما يبعث على الرتابة والملل، ومما يساهم بشكل كبير في تقليل عملية المنافسة التسويقية لنظام العرض المعدني. ومن ثم فإن توظيف المواد الذكية المستحدثة في تكوين نظام العرض المعدني أضاف قيمة جمالية ووظيفية لم تكن متاحة بنظام العرض المعدني عند إستخدام المواد التقليدية المستبدلة بالمواد الذكية المستحدثة. فعلى سبيل المثال هياكل السيارات المطلاة بدهان ذكى ذو الألوان المتغيرة حسب الظروف البيئية المحيطة قد إكتسبت قيمة جمالية مضافة متمثلة في التغير الدائم للألوان حسب تغير البيئة المحيطة أو حسب رغبة المستخدم عن نظيرتها من الهياكل التقليدية.

وكذلك توظيف المواد الذكية المستحدثة اللونية في صناعة الهواتف النقالة والشاشات قد أكسبها قيمة جمالية متمثلة في تنوعها ودقة ألوانها عن نظيرتها من الهواتف النقالة والشاشات التقليدية المستخدم بها المواد التقليدية, وكذلك الكثير من نظم العرض المعدنية التي وظفت بها المواد الذكية المستحدثة قد أكسبتها قيمة جمالية أعلى بكثير من القيمة الجمالية المكتسبة بنظم العرض المعدنية التي صنعت من المواد التقليدية. ذلك بجانب مرونتها ومتانتها العالية والتشغيل الذاتي والمباشرية والانتقائية التي تتميز بها نظم العرض المعدنية المصنعة من المواد الذكية المستحدثة .(Axel Ritter, 2007)

(٥) القيم الإتصالية:

أن عمليات الإتصال بين المستخدم ونظام العرض المعدني من خلال تبادل الإشارات المعلوماتية في شكل رسائل مترجمة إلى كلمات تحذيرية أو ألوان أو إشارات أو رموز بصرية أو سمعية.... الخ، وتأثير هذا التدفق المعلوماتى والتبادل مع المستخدم يجعل نظام العرض المعدني جيد الإتصال ويحقق حالة من التفاعل بين المستخدم ونظام العرض المعدني. تلك الحالة تؤثر كثيراً على معدلات التسويق فكلما كان نظام العرض المعدني أكثر إتصالاً بالمستخدم، كلما زادت رغبة المستخدم في إقتنائه.

وعلى ذلك يمكن القول أن عملية الإتصال المعلوماتى بين المستخدم والنظام العرض المعدني لا يمكن فصلها عن عمليات التصميم لنظام العرض المعدني حيث أن عملية الإتصال المعلوماتى تساعد على إيجاد مجموعة من الأحاسيس النفسية والعاطفية والتي يمكن أن تؤثر في دوافع الشراء لنظام العرض المعدني وتؤثر في أفعال المستخدم وتصرفاته.

حيث يعتبر توظيف المواد الذكية المستحدثة بالنظام العرض المعدني المختلفة قد أضاف قيم إتصال معلوماتية بين المستخدم والنظام العرض المعدني فنجد مثلاً إستخدام المادة الذكية المستحدثة المتلونة بالحرارة في تكسية قاعدة

لذلك نلاحظ أن إستخدام المواد الذكية المستحدثة في تصميم النظام العرض المعدني قد حقق قيمة إتصال معلوماتية مضافة إلى النظام العرض المعدني لم تكن موجودة من قبل باستخدام المواد التقليدية مما يجعل النظام العرض المعدني أكثر تميزاً وتفاعلاً مع المستخدم و ينشأ مجموعة من الأحاسيس والمشاعر قادرة على جذب المستخدم لشراء النظام العرض المعدني. (Axel Ritter, 2007)

(٦) القيم الإقتصادية:

يعتمد تحديد سعر تكلفة النظام العرض المعدني على تكلفة المادة المستخدمة وعمليات التشغيل المختلفة بالإضافة إلى تكلفة العمليات التصميمية والإدارية .ولخفض التكلفة الإجمالية لنظام العرض المعدني يتأتى التقليل من عمليات التشغيل بقدر الإمكان وتقليل تكلفة المواد المستخدمة وتعتبر كل هذه العوامل من العوامل الهامة التي يحاول المصمم التحكم فيها لخفض التكلفة الإجمالية لنظام العرض المعدني بقدر الإمكان مع المحافظة على الأداء الوظيفي والشكل الجمالي له.

كما يعتمد طول العمر الإفتراضي والتشغيلي لنظام العرض المعدني الذي يعتبر من العوامل الجاذبة للمستهلك على الأداء الوظيفي ومدى قدرة المواد المختارة من قبل المصمم على الأداء التشغيلي الجيد لنظام العرض المعدني. كل تلك العوامل تؤثر بطريقة مباشرة أو غير مباشرة على التكلفة الإقتصادية لنظام العرض المعدني وبالتالي تنقص أو تزيد من قدرته التنافسية مع نظم العرض المعدنية المماثلة الأخرى.

وبتوظيف المواد الذكية المستحدثة مع المواد التقليدية المستخدمة بالرغم من إرتفاع تكلفة الحصول عليها يساعد على زيادة عمرها الإفتراضي والتشغيلي وتقليل تكلفة الصيانة مما يكسبها قيمة إقتصادية مضافة لنظام العرض المعدني لم تكن موجودة من قبل بإستخدام المواد التقليدية. (D’Alessandro, A. et al., 2018)

أيضا تصنيع مصابيح من مواد ذكية فسفورية تخزن الضوء وتستعيده عند حلول الظلام والإضاءة عن طرق إسترجاع الطاقة الضوئية المخزنة دون الحاجة إلى مصدر كهربائي أكسبها ميزة إقتصادية متمثلة في توفير الطاقة الكهربائية.

كل تلك المميزات التي تم تحقيقها بإستخدام المواد الذكية المستحدثة قد أضاف قيمة إقتصادية إلى نظام العرض المعدني لم تكن موجودة من قبل من خلال إستخدام المواد التقليدية في صناعة نظام العرض المعدني.

(٧) القيم البيئية:

يعتبر قدرة نظام العرض المعدني على الملاءمة والتفاعل مع البيئة المحيطة من العوامل المطلوبة طبقاً للمتطلبات البيئية المعاصرة في عمليات التصميم بشكل عام حتى تصبح نظم العرض المعدنية صديقة للبيئة. فنجد أن كثيراً من البلدان الأوربية لا تسمح بإستيراد أو فتح أسواقها لنظم العرض المعدنية غير صديقة للبيئة. لذلك تم وضع إشتراطات بيئية عديدة على نظم العرض المعدنية المستوردة بحيث تصبح أجزائها مشكلة أو مصنعة من مواد صديقة للبيئة ويمكن إعادة تدويرها مرة أخرى دون أن تلوث البيئة.

ويمكن من خلال دمج المواد الذكية المستحدثة مع المواد التقليدية عند تصنيع نظام العرض المعدني فقد أمكن إضافة مميزات بيئية لها حيث أن المواد الذكية المستحدثة المضافة من المواد الغير سامة والتي لا تتفاعل مع البيئة وبالتالي لا تلوث البيئة بل يمكن أن تتحلل إلى عناصر عضوية أولية في البيئة.(D'Alessandro, A. et al., 2018)

امثلة على القيم المضافة نتيجة توظيف المواد الذكية المستحدثة:

1- ثاني أكسيد النانو تيتانيوم لتنقية الهواء Air-purifying Nano-titanium Dioxide

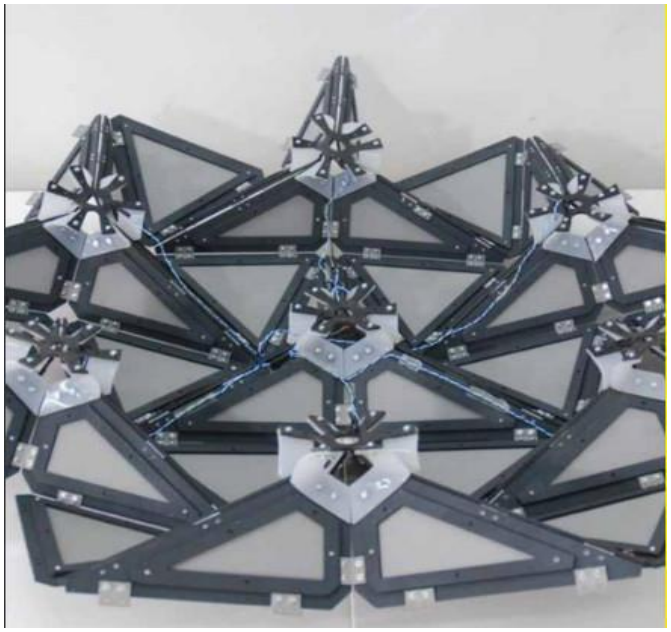
يتم استخدام المادة الذكية "ثاني أكسيد التيتانيوم" التي تقوم بتحويل الملوثات البيئية الضارة إلى مواد كيميائية غير ضارة. يتكون الهيكل للنظام المعدني من ثاني أكسيد التيتانيوم، الذي يؤكد مصممو أنه ينتج الماء وثاني أكسيد الكربون من الضباب الدخاني الموجود بالجو وهو ما يجعله مناسب لنظم العرض المعدنية للمعارض المفتوحة او المغلقة.(Adawiyah J. Haider et al., 2019)

شكل (٣) الشكل العام للمادة الذكية ثاني اكسيد التيتانيوم

من خلال دمج المادة الذكية المستحدثة ثاني أكسيد التيتانيوم مع المواد التقليدية عند تصنيع نظام العرض المعدني فقد أمكن إضافة مميزات بيئية (تقليل التلوث البيئي والاستدامة البيئية), ومميزات اقتصادية (طول العمر الافتراضي واستدامة الخامة الذكية), ومميزات جمالية (الشكل لا يتغير حيث لا تؤثر عليه العوامل البيئية مع مرور الزمن), ومميزات وظيفية (تأدية الوظيفة الأساسية لنظام العرض بجانب تحقيقي وظائف بيئية مضافة).

2- بوليمرات ذاكرة الشكل Shape-memory polymers - SMP

تعد بوليمرات ذاكرة الشكل فئة ناشئة من البوليمرات الذكية النشطة التي لها قدرة على إحداث الشكل المزدوج. يمكنها تغيير شكلها بطريقة محددة مسبقًا من الشكل أ إلى الشكل ب عند تعرضها لمحفز بيئي مناسب.وهو ما يجعلها مناسبة لنظم العرض المعدنية للمعارض المفتوحة او المغلقة.(Wei Zhao et al., 2019)



شكل (٤) الشكل العام للمادة الذكية SMP

من خلال دمج المادة الذكية المستحدثة SMP مع المواد التقليدية عند تصنيع نظام العرض المعدني فقد أمكن إضافة مميزات بيئية (التفاعل الذكي مع تغير درجة حرارة الجو), ومميزات اقتصادية (طول العمر الافتراضي واستدامة الخامة الذكية), ومميزات جمالية (الشكل يتغير استجابة للعوامل البيئية مما يتيح مرونة شكلية وجمالية), ومميزات وظيفية إنشائية (مرونة التغير الشكلي لنظام العرض بجانب تحقيق وظائفه الإنشائية الرئيسية).

النتائج

توصل البحث إلى النتائج التالية:

١- لكل نوع من المواد الذكية المستحدثة صفاته وخصائصه المميزة التي تميزه عن المادة الذكية المستحدثة الأخرى والتي يكون لها دور في تصميم نظام العرض المعدني.

٢- المواد الذكية المستحدثة لديها القدرة على التلاؤم مع البيئة المحيطة بنظام العرض المعدني ولديها رد فعل مميز للمحفزات المحيطة بها.

٣- المواد الذكية المستحدثة يمكن التنبؤ برد فعلها وكذلك يمكن التحكم في ردود أفعالها المختلفة حسب تغير نوع المحفز ويمكن ان تلعب دوراً فعالاً في تصميم نظام العرض المعدني.

٤- إستبدال المادة التقليدية بالمادة الذكية المستحدثة وتوظيفها في نظام العرض المعدني يمكِّن المصمم من تطوير الأداء الوظيفي والشكل الجمالي.

٥- المواد الذكية المستحدثة يمكن أن تضيف قيم وظيفية وإستخداميه وإتصالية وجمالية وإقتصادية وبيئية لنظام العرض المعدني, مما يجعل نظام العرض المعدني أكثر حداثة وتميزاً ومنافساً مع نظم العرض المعدنية التقليدية المماثلة له.

٦- خصائص المواد الذكية المستحدثة تزيد من القدرات الإبداعية للمصمم من أجل تحقيق قيم تنافسية عند تصميم وإنتاج نظم العرض المعدنية بالمقارنة مع النظم المماثلة في الأسواق.

توصيات البحث:

1- التوجه نحو توظيف الخامات الذكية المستحدثة في تصميم نظم العرض المعدنية المستخدمة بأنظمة المعارض في مصر.

2- تضمين مقررات ومناهج تعليم التصميم بمزايا توظيف الخامات الذكية المستحدثة في النظم التصميمية المختلفة ومنها نظم العرض المعدنية.

مراجع البحث :

1. جون ابلياريد(٢٠٠٨) فن تنظيم الأنظمة فى المعارض التجارية ترجمة، د.خالد العامرى ،دار الفاروق.

jun 'abliarud (2008) fn tanzim almu3arid altijariat, tarjamat Dr.khalid al3amiri, dar alfaruq.

2. سهام حسن محمود (٢٠١٥) تصميم المعلومات لأنظمة المعارض ودوره في دعم الهوية المؤسسية , رسالة ماجستير , كلية الفنون التطبيقية , جامعة حلوان.

Siham Hasan Mahmud (2015) Tasmim alma3lumat li'anzimat almu3arid wadawriha fi daem alhuiat almuasisiat , risalat majstir, kuliyat alfunun altatbiqiat , jamieat hilwan.

3. كريم صابر مصطفى(٢٠١٢) دراسة الخامات الذكية وتطبيقاتها في مجال التصميم الصناعي, رسالة ماجستير , كلية الفنون التطبيقية , جامعة حلوان.

karim sabir mustafaa (2012) Dirasat alkhamaat aldhakiyat watatbiqatiha fi majal altasmim alsinaeii, risalat majstir, kuliyat alfunun alttbiqit, jamieat halawan.

4. وليد ابراهيم حسن(٢٠١٣)انعكاس التقنيات التفاعلية علي تصميم الأثاث الطبي المعدني "كراسي المعاقين نموذجاً "المؤتمر الدولي الثالث لكلية الفنون التطبيقية - الفنون التطبيقية بين التنافسية ودعم الإقتصاد – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

Walid Ebrahim Hasan (2013) En3ikas altaqniat altafa3uliat fi tasmim alathath altibiyi almu3danii "krasii lilmu3aqin nmudhija" almutamar alduwalii alththalith likuliyat alfunun altatbiqiat - alfunun altatbiqiat bayn altanafusiat waldem alaiqtisadi , kuliyat alfunun alttbiqit, jamieat halawan.

Adawiyah J. Haider, Zainab N. Jameel, Imad H. M. Al-Hussaini(2019) Review on: Titanium Dioxide Applications, Energy Procedia 157,17–29

5. Addington, Michelle and Daniel Schodek(2005) Smart materials and technologies for the architecture and design professions. Burlington: Architectural Press

6. Arjomandi, Maziar(2007) Smart Material in Aerospace Industry. The University of Adelaide. school of mechanical engineering.

7. D'Alessandro, A.; Pisello, A.; Fabiani, C.; Ubertini, F.; Cabeza, L.; Cotana, F.(2018) Multifunctional smart concretes with novel phase change materials: Mechanical and thermo-energy investigation. Appl. Energy,212, 1448–1461.

8. Schwartz, M.(2009) Smart Materials; Taylor and Francis: Abingdon, OX, USA.

9. Stephen Bitgood,(1994) Designing Effective Exhibits: Criteria for Success, Exhibit Design Approaches, and Research Stategies - VISITOR BEHAVIOR ,Winter, Volume IX Number 4

10. Wei Zhao, Liwu Liu, Fenghua Zhang, Jinsong Leng, Yanju Liu (2019)Shape memory polymers and their composites in biomedical applications, Materials Science & Engineering C 97 (2019) 864–883