تطبيقات الخامات الذكية في تصميم المنتج الخزفي

Smart Materials Applications in Ceramics Product Design

م.د/ مروة زكريا محمد علي

مدرس بكلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

Dr. Marwa Zakaria Mohammed Ali

Lecturer at the Faculty of Applied Arts - Helwan University

mero_zico@hotmail.com

الملخص:

تعتبر المنتجات الخزفية من المنتجات الهامة والتي تعكس استخدامات متعددة، وقد أتسع استخدام هذه المنتجات داخل العمارة وخارجها حيث شملت هذه المنتجات استخدامات خاصة مثل الأسقف والأرضيات والواجهات المعمارية، وتؤكد المنتجات الخزفية الصلة الوثيقة بين الخزف والعمارة وكثيراً ما تساهم في تشكيل الواجهات والفراغات المعمارية اتساقاً مع البيئة الطبيعية والعمرانية ومجالات وظيفية أخرى في النسيج العمراني. وقد تم تناول هذا الموضوع من زوايا جمالية أو تاريخية أو تتعلق أساساً بالتصميم الداخلي او الجمالي، إلا أن هذا البحث يحاول دراسة المنتجات الخزفية من منظور توظيف الخامات الذكية حيث يتم تفعيل الجانب التكنولوجي والبيئي وصولاً لأفضل أداء ممكن, فمع بداية القرن الحالي ظهرت العديد من الخامات الذكية عالية الأداء والتي استخدمت في العديد من الأنظمة الذكية في مجال الطيران والأبنية المعمارية والبيئة العمرانية وصناعة السيارات والغواصات حيث إنها دخلت في جميع جوانب حياتنا اليومية بما تحققه على المستوى النفعي والبيئي والاقتصادي والجمالي إلى جانب كونها مستدامة. لذلك يستهدف هذا البحث رصد الخصائص العامة لتوظيف الخامات الذكية في تصميم المنتجات الخزفية كنظم خزفية فنية ذات بعد تقني تتوافق مع البيئة والمتلقي وتحقق الجوانب الجمالية والوظيفية والاقتصادية والاستدامة. ولتحقيق هذا الهدف انقسم البحث إلى ثلاثة محاور رئيسية، تناول المحور الأول دراسة الخامات الذكية (المفهوم والخصائص)، بينما تناول المحور الثاني الخصائص العامة للخامات الذكية، وانتهى البحث بالمحور الثالث الذي تناول التطبيقات الخارجية والداخلية للخامات الذكية في تصميم المنتجات الخزفية. وتوصل البحث إلى إن الخصائص الدقيقة للخامات الخزفية الذكية جعلها حقلا خصباً للتطبيقات الذكية مثل تطبيقات مادة النانو سيراميك الذكي وايضاً تطبيقات في الفراغات العمرانية الخارجية مثل استخدام الخرسانة ذاتية الاستشعار للكشف عن حركة المرور واستخدام الخرسانة الذكية البيئية ذاتية التنظيف الفوتومينت والخرسانة الذكية المولدة للضوء، وكذلك تطبيقات في الفراغات الداخلية كمنتجات الكوب الذكي والمزهريات الذكية المعدلة ذات الاستجابات الذكية.

الكلمات المفتاحية

الخامات الذكية – المنتج الخزفي– الاستدامة.

Abstract:

Ceramic products are important products that reflect multiple uses, and the use of these products has expanded inside and outside architecture, as these products include special uses such as ceilings, floors, and architectural facades. Natural, urban and other functional areas in the urban fabric. This topic has been dealt with from aesthetic or historical angles, or mainly related to interior or aesthetic design, but this research attempts to study ceramic products from the perspective of employing smart materials, where the technological and environmental aspect is

activated to reach the best possible performance. With the beginning of the current century, many raw materials appeared the high-performance smart, which has been used in many smart systems in the field of aviation, architectural buildings, the built environment, the automobile industry and submarines, as it has entered into all aspects of our daily lives with what it achieves at the utilitarian, environmental, economic and aesthetic level, in addition to being sustainable. Therefore, this research aims to monitor the general characteristics of using smart materials in designing ceramic products as technical ceramic systems with a technical dimension that are compatible with the environment and the recipient and achieve aesthetic, functional, economic and sustainability aspects. To achieve this goal, the research was divided into three main axes. The first axis dealt with the study of smart materials (the concept and characteristics), while the second axis dealt with the general characteristics of smart materials, and the research ended with the third axis, which dealt with the external and internal applications of smart materials in the design of ceramic products. The research found that the precise properties of smart ceramic materials made it a fertile field for smart applications such as smart nano-ceramic applications, as well as applications in external urban spaces such as the use of self-sensing concrete to detect traffic and the use of environmental smart self-cleaning photoment and smart light-generating concrete, as well as applications in Interior spaces such as smart cup products and modified smart vases with smart responses.

Keywords:

Smart Materials- Ceramics Product - Sustainability

مقدمة البحث:

مع بداية القرن الحالي ظهرت العديد من الخامات الذكية عالية الأداء والتي استخدمت في العديد من الأنظمة الذكية في مجال الطيران والأبنية المعمارية والبيئة العمرانية وصناعة السيارات والغواصات حيث إنها دخلت في جميع جوانب حياتنا اليومية بما تحققه على المستوى النفعي والبيئي والاقتصادي والجمالي إلى جانب كونها مستدامة.

ففي عصر التكنولوجيا الذي نعيش فيه ، ومع العديد من الجوانب المختلفة للتكنولوجيا المتاحة للاستغلال ، يصبح تطوير التصميم بشكل عام وتصميم المنتج الخزفي (موضوع البحث) نابع من تغير طريقة التفكير التقليدي إلى عملية التصميم القائم على الانظمة والخامات الذكية أمرا حاسما، حيث يجب أن يكون إنشاء بنية للمنتجات أفضل هو الدافع الذي يدفع إلى تطوير التكنولوجيا، وليس فقط كتوقع لما هو متاح من المنتج الخزفي في مجال التصميم والعمارة، من خلال فهم أفضل لكيفية عمل تقنيات أنظمة الخامات الذكية، يمكن دفع التصميم إلى الأمام ويمكن أن تصل حقا إلى حقبة جديدة من الابتكار والابداع في المنتج الخزفي.

تعتبر المنتجات الخزفية من المنتجات الهامة والتي تعكس استخدامات متعددة، وقد أتسع استخدام هذه المنتجات داخل العمارة وخارجها حيث شملت هذه المنتجات استخدامات خاصة مثل الأسقف والأرضيات والواجهات المعمارية، وتؤكد المنتجات الخزفية الصلة الوثيقة بين الخزف والعمارة وكثيراً ما تساهم في تشكيل الواجهات والفراغات المعمارية اتساقاً مع البيئة الطبيعية والعمرانية ومجالات وظيفية أخرى في النسيج العمراني. وقد تم تناول هذا الموضوع من زوايا جمالية أو تاريخية أو تتعلق أساساً بالتصميم الداخلي او الجمالي، إلا أن هذا البحث يحاول دراسة المنتجات الخزفية من منظور توظيف الخامات الذكية حيث يتم تفعيل الجانب التكنولوجي والبيئي وصولاً لأفضل أداء ممكن

مشكلة البحث:

تنبع مشكلة البحث من الحاجة إلى مواكبة التطور التقني الحادث في مجال الخزف الذكي على مستوى التصميم والانتاج عبر توظيف الخامات الذكية في تصميم المنتجات الخزفية.

هدف البحث:

يستهدف هذا البحث رصد الخصائص العامة لتوظيف الخامات الذكية في تصميم المنتجات الخزفية كنظم خزفية فنية ذات بعد تقني تتوافق مع البيئة والمتلقي وتحقق الجوانب الجمالية والوظيفية والاقتصادية والاستدامة

منهج البحث:

يتبع البحث المنهج الوصفي في الدراسات المتعلقة بالخامات الخزفية الذكية وتطبيقاتها المتعددة.

أهمية البحث:

يمكن توضيح اهمية البحث في النقاط التالية:

1- على المستوى التصميم يتيح توظيف الخامات الذكية إمكانات ووظائف مضافة للمنتج الخزفي مع مرونة تشكيلية متعددة.

2- على المستوى الإنتاجي يتيح توظيف الخامات الذكية لتصنيع المنتج الخزفي تطبيق تقنيات رقمية متعددة تسهل من جودة ودقة العمليات الانتاجية.

3- على المستوى الأكاديمي يضيف البحث نقطة بحثية على المستوى العربي حيث ان هناك ندرة في الدراسات العربية المتعلقة بتوظيف الخامات الذكية في المنتج الخزفي.

1/ الخامات الذكية (المفهوم والخصائص):

1/1 الخامات الذكية في تصميم المنتج الخزفي (المفهوم والأهداف)

في مجال الخامات الذكية، يتم استخدام مجموعة متنوعة من المصطلحات للإشارة إلى الخامات أو حتى الأنظمة التي تنطوي على خامات تعتبر ذكية. ومن الأمثلة على ذلك الأنظمة التكيفية، والخامات المتجاوبة، والخامات القائمة على انظمة حاسوبية، والنظم الذكية. . .الخ.

مع التطور الأخير في تكنولوجيا الخامات، يمكن تعريف الخامات الذكية على النحو التالي:

"هي مادة تحتوي على مستشعر (مستشعرات) ذاتية أو داخلية، ومشغل (أجهزة) وآلية (آليات) تحكم حيث تكون قادرة على استشعار الحافز، والاستجابة له بطريقة ومدى محددين مسبقًا، في وقت قصير مناسب والعودة إلى حالتها الأصلية بمجرد إزالة الحافز" [1].

حيث شهد مجال الخامات الذكية تطورا كبيرا في القرن العشرين، وأصبح هذا التطور أسرع مع بداية الألفية الجديدة. مهد هذا الطريق نحو تطوير العمارة نفسها، وإعادة تشكيل طريق المصممين والمتخصصين في البناء ليتبنوا العديد من الوظائف المختلفة التي يمكن أن تحققها الخامات الذكية.

حيث أدى التطور الحادث في تكنولوجيا الخامات الذكية إلى إنشاء الأنظمة الذكية. وتتكون هذه الأنظمة من عدد من الخامات الذكية ويمكن أن تقوم بوظائف متعددة فضلا عن كونها قادرة على الشعور بالتغيير الذي يؤدي إلى التشغيل وفق المتغيرات الحادثة.

يمكن للإمكانات الكبيرة للتكنولوجيات الجديدة للخامات الذكية وأنظمة الخامات الذكية أن تغير بشكل كبير عملية التصميم الخزفي كجزء فاعل في العمارة والعمران. كما أنها تتطور وتدمج أكثر في تطبيقات التصميم الفني والهندسة المعمارية، لذلك يصبح من الواضح لماذا ينبغي النظر في المراحل الأولى من عملية التصميم، وليس فقط التطبيق النهائي.

لذلك يتم توظيف الخامات الذكية في تصميم المنتج الخزفي بهدف المساهمة في إيجاد بيئات معمارية ذكية مبنية توفر احتياجات المستخدمين بشكل أفضل من خلال عناصر هذه البيئة، ومن ثم يتم تطوير استراتيجيات تصميم ذكية متكيفة مع البيئة للمساعدة في توجيه المصممين في إنشاء بنية تصميمية متجاوبة.

من المهم فهم الدور الذي تلعبه أنظمة الخامات الذكية على تكيف البيئات المعمارية ومستوى تأثيرها في خلق بيئات مبنية أفضل وأكثر تكيفا تدفع عملية التكيف إلى أبعد من ذلك نحو تحقيق حالة التكيف مع ميزاتها المثلى للمستخدمين.

في عصر التكنولوجيا الذي نعيش فيه ، ومع العديد من الجوانب المختلفة للتكنولوجيا المتاحة للاستغلال ، يصبح تطوير التصميم بشكل عام وتصميم المنتج الخزفي (موضوع البحث) نابع من تغير طريقة التفكير التقليدي إلى عملية التصميم القائم على الانظمة والخامات الذكية أمرا حاسما، حيث يجب أن يكون إنشاء بنية للمنتجات أفضل هو الدافع الذي يدفع إلى تطوير التكنولوجيا، وليس فقط كتوقع لما هو متاح من المنتج الخزفي في مجال التصميم والعمارة، من خلال فهم أفضل لكيفية عمل تقنيات أنظمة الخامات الذكية، يمكن دفع التصميم إلى الأمام ويمكن أن تصل حقا إلى حقبة جديدة من الابتكار والابداع في المنتج الخزفي.

2/1 خصائص الخامات الذكية

تم إنشاء نظام تصنيف الخامات الذكية لأنه لم يعد من الممكن تصنيف الخامات وفقا للأنظمة التقليدية بسبب التطورات في مجال التكنولوجيات المادية.

لذلك، في عام 2005 أدينغتون وShodek أدخلوا النظام الجديد الذي يصنف الخامات وفقا للطريقة التي تعمل بها والتي يمكن تقسيمها إلى:

النوع 1 – أنواع خامات تغيير الخاصية Property Change Material Types

النوع 2 – أنواع خامات تبادل الطاقة Energy Exchange Materials Types

تصنيف الخامات الذكية متعدد الطبقات. طبقة واحدة تعكس السلوك المادي للمادة (ما تفعله)، والآخر يعكس السلوك الظاهري (تأثير السلوك البدني).

الخامات الذكية لديها عدد من الخصائص التي تميزها عن الخامات التقليدية المعروفة. سواء كانت مادة واحدة أو على مستوى النظام، صغيرة كجزيء أو كبيرة مثل قذيفة بناء، فإن الخامات الذكية ستعبر عن الخصائص التالية

* الفورية – الخامات الذكية يمكنها الاستجابة للمحفزات في الوقت الحقيقي.

* Transiency – الخامات الذكية يمكنها الاستجابة لأكثر من حافز واحد أو الأثر البيئي.

* التشغيل الذاتي – ما يتحكم في الخامات الذكية لتحقيق الاستجابة (ذكاء المادة) هو داخلي للخامات بدلا من أن تكون خارجية.

* الانتقائية -- استجابة الخامات الذكية متميزة ويمكن التنبؤ بها.

* المباشرة – تقتصر استجابة الخامات الذكية على حدث "التنشيط".[2]

2/ أنظمة الخامات الذكية والتوجهات المستقبلية لتوظيفها في التصميم الخزفي

1/2 أنظمة الخامات الذكية

يمكن تصنيف أنظمة الخامات الذكية إلى ثلاثة أنظمة يمكن توضيحها من خلال المخطط التالي:

شكل (1) تصنيف أنظمة الخامات الذكية

1/1/2 أنظمة الخامات الذكية غير الفعالة

يعتبر نظام الخامات نظامًا سلبيًا، عندما يستشعر النظام تغيرًا معينًا في التحفيز ويستجيب مباشرة مع نوع من العمل أو التشغيل [1]. الطاقة المطلوبة من قبل النظام لبدء هذا التنشيط مأخوذة من موارد البيئة. يعمل هذا النوع كحلقة مغلقة ولا يمكن مقاطعتها [4].

2/1/2 أنظمة الخامات الذكية النشطة

يعتبر نظام الخامات الذكي نظامًا نشطًا عندما يتم توجيه عمل المادة والتحكم فيه بواسطة نظام. يحتوي هذا النظام على مستشعر قادر على اكتشاف تغير الحافز، ثم يرسل إشارة إلى وحدة التحكم للاستجابة وفقًا لذلك وتنشيط نظام الخامات. أداء النظام قابل للتعديل بدرجة عالية عند الحاجة. مطلوب مصدر طاقة لكي يعمل النظام [4].

3/1/2 أنظمة الخامات الذكية الهجينة

يمكن للنظام الهجين أن يجمع بين ميزات كل من الأنظمة النشطة والسلبية. يمكن أن تعمل المادة كنظام سلبي، ولكن يمكن مراقبة الأداء والتحكم فيه بواسطة نظام نشط، مثال على ذلك هو نظام التظليل النشط. يوفر التظليل للزجاج في أيام الصيف الحارة عندما يتكامل مع ضوء الشمس، ولكن في الشتاء يتم التحكم في وظائفه بواسطة نظام نشط لمنع التظليل والسماح بدخول الحرارة اللازمة. تتمتع الأنظمة الهجينة بالقدرة على الوصول إلى مستويات أعلى من الأداء والتعقيد. [3]

2/2 التوجهات المستقبلية في توظيف الخامات الذكية في التصميم الخزفي

نظرًا لأن المزيد من المدن حول العالم تطمح لأن تصبح "مدنًا ذكية"، فمن المستحسن أن يتم بناء بنيتها التحتية الجديدة بخامات ذكية مثل الخرسانة الخضراء والاستشعار الذاتي والشفاء الذاتي. لكي تصبح هذه الخطوة المستقبلية ممكنة، يتم تحديد توجهات دولية مستقبلية في توظيف الخامات الذكية في التصميم لهذه المدن ومكوناتها كما يلي: - [6]

شكل (2) التوجهات المستقبلية في توظيف الخامات الذكية في التصميم الخزفي

1/2/2 خامات ذاتية الاستشعار ذات أساس أسمنتي

إنتاج الخامات الذكية مسبقة الصب والمصبوبة في الموقع لتطبيقات الحياة الواقعية محورًا نشطًا للبحث في المستقبل، ويعد من أهم الاهتمامات المرتبطة بتصميم المنتجات الخزفية حيث تعتمد على أساس اسمنتي.

2/2/2 خامات ذكية مع حشوات وظيفية

الحشو هي خامات مضافة مطلوبة للاستشعار الذاتي ويمكن أن تكون خامات الإصلاح الذاتي ويمكن استخدامه مع الألياف الدقيقة أو المضافات الكيميائية أو المنشطات كما هو الحال في الجيو-بوليمر من خلاله يمكن إيجاد تطبيقات وتحديات وفرصًا مثيرة للاهتمام في مجالات التصميم المختلفة ولا سيما في مجال المنتجات الخزفية ذات التوظيفات المعمارية.

3/2/2 دمج خامات البناء الذكية في مخطط مراقبة السلامة الإنشائية

يعد دمج خامات البناء الذكية في مخطط مراقبة السلامة الإنشائية الشامل ومعالجتها بشكل فعال من التحديات المستقبلية الهامة حيث يحتاج المستشعر إلى مزيد من البحث والاختبار الميداني. حتى تصبح خامات الاستشعار الذاتي قابلة للتطبيق تجاريًا ويعد استخدام السيراميك الذكي واحداً من هذه المدخلات الفعلية لتطوير هذا التوجه نظرا لتميزه بخصائص فريدة من حيث التكلفة وإمكانية التطبيق التجاري.

4/2/2 الشفاء الذاتي في ظل ظروف الحياة الحقيقية

تم تطوير عدد من خامات الشفاء الذاتي بنجاح وإثباتها في ظل ظروف معملية خاضعة للرقابة. ومع ذلك، فإن تطبيقها الميداني الناجح سيتطلب مزيدًا من البحث في الفعالية في ظل بيئة متغيرة. قد يتطلب مزيجًا من عدة أساليب للشفاء الذاتي مثل التغليف البكتيري والمعدني جنبًا إلى جنب مع التحكم الوظيفي في بنية الخامات ويعد استخدام الخامات الخزفية الذكية محوراً رئيسياً لتطوير هذا التوجه نظرا لتميزه بخصائص فريدة من حيث المرونة التشكيلية وتعدد مجالات التطبيقات الحياتية.

5/2/2 خامات الاستشعار الذاتي تحت ضغط معقد / المجالات البيئية

لم يتم بعد دراسة تطبيق الإجهاد / المجالات البيئية المعقدة على خامات الاستشعار الذاتي بالتفصيل والتي ستكون مهمة للتطبيقات العملية. إلى جانب الدراسات التجريبية والتجارب الميدانية، ستكون النماذج العددية أدوات محاكاة مفيدة وتحتاج إلى مزيد من الصقل والنشر لمثل هذه التطبيقات.

6/2/2 تعدد وظائف الخامات الذكية والتفاعلات

مع تزايد تعدد الوظائف في الخامات الذكية، فإن الخصائص الدقيقة لتحقيق المتطلبات المختلفة مثل الاستشعار الذاتي والشفاء الذاتي يمكن أن تكون متآزرة أو متعارضة بشكل متبادل. لذلك فمن المحتمل أن يكون تحسين تصميم الخامات للوظائف المتعددة مجالًا نشطًا للبحث في المستقبل.

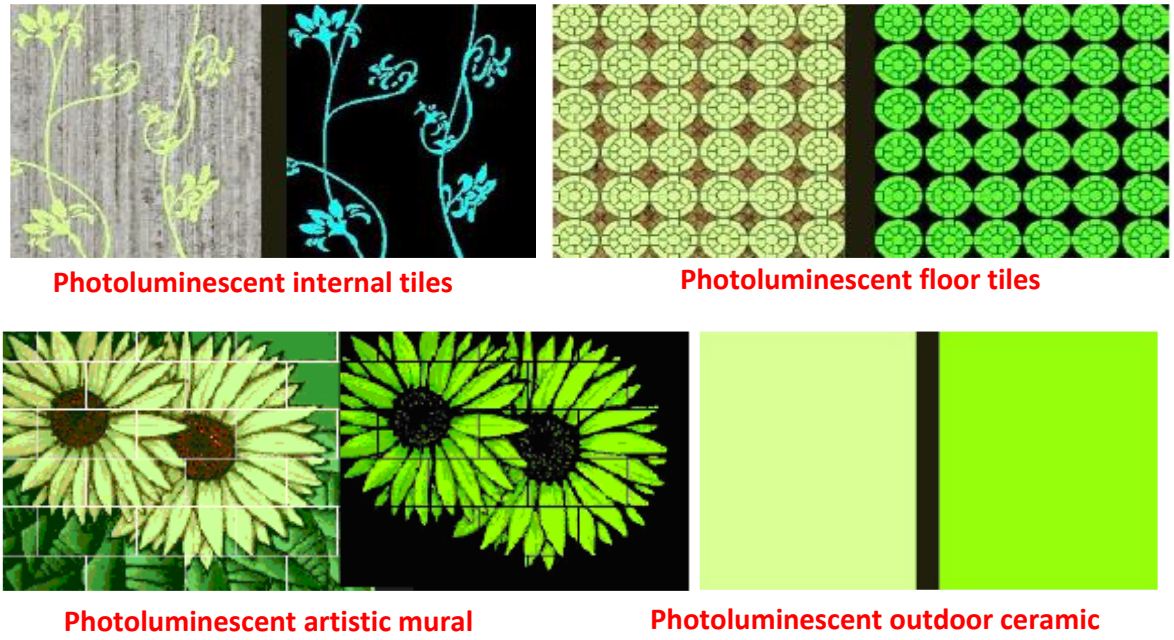
3/ تطبيقات الخامات الخزفية الذكية في البيئات الخارجية والداخلية

تتعدد تطبيقات الخامات الخزفية الذكية في البيئات الخارجية والداخلية، ويجب التأكيد على أن المصطلح الكبير للخزف يمثل مظلة كبيرة تتضمن الكثير من الخامات كالخامات الزجاجية والاسمنتية والخامات التي تتعرض للحرارة بشكل عام فتعد المنتجات الناتجة عن استخدام هذه الخامات الخزفية هي منتجات خزفية سواء تم توظيفها في البيئات الخارجية أو الداخلية، وفيما يلي لعض نماذج من تطبيقات الخامات الخزفية الذكية في البيئات الخارجية والداخلية.

1/3 تطبيقات مادة النانو سيراميك الذكي

مادة النانو سيراميك الذكي لها تطبيقات في العديد من التقنيات الحالية والناشئة. من حيث قوتها وتوافقها الحيوي ومقاومتها للماء ومقاومة التآكل، تم استخدام خامات السيراميك النانو الذكية في التطبيقات الطبية الحيوية والصحية والبيئية. علاوة على ذلك، نظرًا لخصائصها العازلة و/ أو الموصلة، فإن للسيراميك النانو الذكي استخدامات في بناء رقائق الجيل الثاني والجوانب الأخرى للإلكترونيات. تشمل التطبيقات الصناعية الأخرى للسيراميك النانو الذكي أجهزة الاستشعار، والطلاءات المقاومة للتآكل، وطلاءات الحاجز الحراري، والمحفزات، والإلكتروليتات الصلبة لخلايا الوقود، وما إلى ذلك أيضًا للسيراميك النانو الذكي تطبيقات في تصنيع الأسلحة، واستكشاف الفضاء، والنقل، والبناء، والسلع الاستهلاكية، ففي الوقت الحاضر، للسيراميك النانو الذكي تطبيقات صناعية محتملة مثل التطبيقات الإلكترونية، مثل الخامات الخام الصناعية، كخامات للحراريات، إلخ. على نطاق اخر فإنه تم استخدام السيراميك النانو الذكي على نطاق واسع في مجموعة متنوعة من التطبيقات الكهربائية والضوئية والمغناطيسية بسبب خصائصها الفريدة، وهي السماحية العالية جدًا للعزل الكهربائي في نظام الاقتران الكهروإجهادي والكهربائي الميكانيكي، والكهرباء الحرارية أيضًا. كمعامِلات كهروبصرية. تصنع الخزفيات الكهربائية ذات الثوابت العازلة المنخفضة في ركائز للدوائر المتكاملة، بينما تستخدم تلك التي تحتوي على ثوابت عازلة عالية في المكثفات. [5]

يمكن أن يطلق مادة النانو سيراميك الذكي اللامع ضوئيًا موجة ضوئية معينة الطول، والتي يمكن أن تكبح بعض أنواع العفن والأمراض. تلتقي هذه الخاصية مع أيديولوجية الحياة العصرية والصحية للأشخاص المعاصرين من خلال تطبيق المنتجات في المطبخ والحمام. النانو سيراميك الذكي اللامع ضوئيًا مقاوم للتآكل، ومقاوم للاحتكاك، ومثبط للحريق، مما يجعلها تستخدم على نطاق واسع في المنازل والمباني العامة ولها تطبيقات عديدة يمكن توضيحها من خلال الشكل التالي.



شكل (3) نماذج من تطبيقات النانو السيراميك الذكي [7]

2/3 تطبيقات في الفراغات العمرانية الخارجية Outdoor Applications:

1/2/1 استخدام الخرسانة ذاتية الاستشعار للكشف عن حركة المرور Road using self-sensing concrete

- مينيسوتا

تم عرض أحد أكثر التطبيقات نجاحًا لخرسانة الاستشعار الذاتي كواحدة من تطبيقات الخامات الخزفية الذكية من خلال قسم اختبار في مرفق أبحاث الطرق في ولاية مينيسوتا بالقرب من ألبرتفيل، الولايات المتحدة الأمريكية، حيث تتغير المقاومة الكهربائية للمركب باستخدام ألياف الأنابيب النانوية الكربونية (CNT) بشكل متناسب مع المستوى الانضغاطي للمادة الذكية. تم استخدام مزيج تكويني من كل من الخرسانة مسبقة الصب وذاتية الاستشعار والتي تم تركيبها في المكان. يعمل النظام بشكل جيد للغاية ويمكن استخدامه للكشف في الوقت الفعلي عبر الإنترنت عن المركبات التي تمر فوق المادة الذكية. الخامة الذكية مع النظام لديها مزايا الدقة العالية وعمر الخدمة الطويل وسهولة الصيانة وبنائها الهيكلي الجيد. يوضح الشكل التالي كيفية إعداد الاختبار وتجربته، على الرغم من أن هذا المثال بالذات يوضح استخدام الخامات الذكية في مهمة محددة لاكتشاف حركة المرور، إلا أنه يمكن استخدامها بسهولة للمراقبة طويلة المدى للطريق أو الجسر أو هياكل المباني. [6]

شكل (4) توظيف الخرسانة ذاتية الاستشعار للكشف عن حركة المرور

2/2/3 استخدام الخرسانة الذكية البيئية ذاتية التنظيف الفوتومينت Photoment - المانيا

هي مادة من ابتكار شركة ستياج STEAG الألمانية حيث تتكون المادة الذكية من مزيج من جزيئات اسمنتية وثاني أكسيد التيتانيوم (TiO2) المختلطة على سطح تحفيز ضوئي، حيث تعد خليط خرساني مع محفز ضوئي نشط photocatalytic activity وتحت تأثير إضاءة النهار والضوء الاصطناعي، يتم تفعيل تفاعل تحفيزي ضوئي لثاني أكسيد التيتانيوم، ويحدث تفاعل يقوم بدوره بتحويل أكاسيد النيتروجين الضارة (NO2) في الهواء إلى نترات (NO3-) وبالتالي تقليل كمية أكاسيد النيتروجين الضارة بالهواء وتقليل التلوث حيث ان لكل متر مربعة قدرة على تنقية الهواء اكثر من شجرة مزروعة. وفي نفس الوقت فإن التفاعل الناشئ يشكل سطحًا فائق الرطوبة ويقوم بعملية التنظيف الذاتي self-cleaning للسطح ويظل نظيفًا لفترة أطول كما بالشكل التالي. [8]

شكل (5) الخرسانة الذكية البيئية ذات التنظيف الذاتي

3/2/3 الخرسانة الذكية المولدة للضوء Smart light-generating concrete- هولندا

هي مادة من ابتكار العالم المكسيكي روبيو أفالوس Rubio Ávalos حيث تتكون المادة الذكية من مزيج من جزيئات اسمنتية ومادة مولدة للضوء, فانتج اسمنتًا يتوهج في الظلام والذي يتميز بقدرته على إضفاء جمالًا على طرقات المدينة ليلاً, حين تمتص المادة الموفرة للطاقة ضوء الشمس أثناء النهار وتبدأ في إصدار الضوء مع غروب الشمس مما يعطي مصدراً مستداما للضوء فالمصدر الوحيد لإعادة الشحن هو الضوء الطبيعي، مما يجعله مناسبًا للمساحات الشاسعة التي تتطلب إضاءة أو بالمناطق التي لا يوجد فيها خدمة كهرباء, ويعد مشروع مسار الدرجات في أيندهوفن بهولندا Bike path of Eindhoven من افضل النماذج لتوظيف هذه المادة الذكية حيث صمم دان روزجارد Roosegaarde مسارًا للدراجات تحفزه الطاقة الشمسية ضمن مشروع المدينة الذكية, كما بالشكل التالي.

شكل (6) الخرسانة الذكية المولدة للضوء

3/3 تطبيقات في الفراغات الداخلية Indoor Applications:

1/3/3 الكوب الذكي من ايورجان Iorgane Smart Mug - الصين

يحتوي الكوب الذكي، الذي تم إنتاجه بالفعل من قبل شركة صينية تسمى iorgane ، على مقياس حرارة لاكتشاف درجة حرارة محتواه. من الجدير بالذكر أن الجزء الخزفي هنا من Auratic ، وهي علامة تجارية أمريكية متميزة لشركة سيراميك صينية عمرها 220 عامًا ، والتي تبرر نوعًا ما ارتفاع السعر البالغ (حوالي 320 دولارًا).

شكل (7) **الكوب الذكي من ايورجان Iorgane**

2/3/3 الكوب الذكي والمزهريات الذكية من انتلEdison-Intel - الصين

معظم أجهزة إنترنت الأشياء للمستهلكين التي صادفناها مصنوعة من البلاستيك الباهت، ولكن بعض النماذج تم صنعها من الأكواب والمزهريات الذكية المصنوعة من السيراميك الخزفي الذكي، من خلال إدماجه مع تكنولوجيا ODM الصينية التي قامت بدمج وحدة الكمبيوتر الصغيرة Edison من Intel في قطع الأدوات السيراميك الخزفي الذكي هذه. وبفضل الطبيعة الشفافة لمادة السيراميك الخزفي الذكي المستخدمة، تمكنت الشركة من إضافة شاشة لمس LED بدقة 12 × 16 نقطة أسفل الجدار الداخلي. بمجرد تشغيله، يمكنك التمتع بميزات مثل توقعات الطقس، والموسيقى (والتواصل مع الهاتف عبر Bluetooth، مع سعة تخزين داخلية تبلغ4 جيجابايت؛ مكبر صوت مدمج)، وإشعار WeChat (دعم تشغيل الصوت والرد)، وحتى لعبة النرد والعاب أخرى ويحتوي كلا المنتجين على بطارية شحن موصلة أيضًا.

أما بالنسبة للمزهرية الذكية، فهي تعمل بأجهزة استشعار إضافية لجودة الهواء، حتى تتمكن من إعطائك قراءات لمستويات المادة الجسيمية في الغرفة (وهو مصدر قلق كبير في الصين هذه الأيام)، ومستويات ثاني أكسيد الكبريت، وثاني أكسيد الكربون. ومستويات الرطوبة. [9]

شكل (8) الكوب الذكي والمزهريات الذكية من انتل

نتائج البحث:

1. يمكن للإمكانات الكبيرة للتكنولوجيات الجديدة للخامات الذكية وأنظمة الخامات الذكية أن تغير بشكل كبير من عملية التصميم الخزفي كجزء فاعل في العمارة والعمران والتي تهدف من خلال توظيف الخامات الذكية في تصميم المنتج الخزفي في المساهمة في إيجاد بيئات معمارية ذكية متكيفة ومتجاوبة مع احتياجات المستخدم.
2. يمكن توظيف النظام الهجين للخامات الذكية لتطبيقات المنتج الخزفي عبر الجمع بين ميزات كل من الأنظمة النشطة والسلبية حيث يمكن أن تعمل المادة كنظام سلبي، ولكن يمكن مراقبة الأداء والتحكم فيه بواسطة نظام نشط.
3. تنحو التوجهات العالمية نحو إيجاد بنية تحتية جديدة للمدن الذكية قائمة على خامات ذكية مثل الخرسانة الخضراء والاستشعار الذاتي والشفاء الذاتي والتي تدخل الخامات الخزفية الذكية فيها بجزء كبير في التطبيقات الحياتية المتعددة.
4. تعد مادة النانو سيراميك الذكي من المواد التي لها تطبيقات في العديد من التقنيات الحالية والناشئة. من حيث قوتها وتوافقها الحيوي ومقاومتها للماء ومقاومة التآكل، لذلك يتم استخدامها في التطبيقات الطبية الحيوية والصحية والبيئية.
5. إن الخصائص الدقيقة للخامات الخزفية الذكية جعلها حقلا خصباً للتطبيقات الذكية مثل تطبيقات مادة النانو سيراميك الذكي وايضاً تطبيقات في الفراغات العمرانية الخارجية مثل استخدام الخرسانة ذاتية الاستشعار للكشف عن حركة المرور واستخدام الخرسانة الذكية البيئية ذاتية التنظيف الفوتومينت والخرسانة الذكية المولدة للضوء، وكذلك تطبيقات في الفراغات الداخلية كمنتجات الكوب الذكي والمزهريات الذكية المعدلة ذات الاستجابات الذكية.

مراجع البحث:

[1] Stamhuis N. Design with smart materials. The development of a tactile interface platform to control light and sound in domestic environments. Netherlands: Delft University of Technology; 2015.

[2] Addington M, Schodek D. Smart materials and new technologies for architecture and design professions. Cambridge, Massachusetts, USA; 2005.

[3] Yahya S. Abdullah, Hoda A.S. Al-Alwan(2019) Smart material systems and adaptiveness in architecture, Ain Shams Engineering Journal 10 (2019) 623–638

[4] Lelieveld C. Smart materials for the realization of an adaptive building component. Netherlands: Delft University of Technology. Published PHD thesis; 2013.

[5] E. Vunain et al.(2017) Nanoceramics: Fundamentals and Advanced Perspectives, in: Ajay Kumar Mishra, Sol-gel Based Nanoceramic Materials: Preparation, Properties and Applications, Springer International Publishing

[6] D.K. Mishra, J. Yu and C.K.Y. Leung (.2018) Self-sensing and Self-healing 'Smart' Cement-based Materials – A Review of the State of the Art, Sixth International Conference on Durability of Concrete Structures

[7] Selvin Y. KAYA, Bekir KARASU, Erkul KARACAOĞLU (2009) General Review of Application of Phosphorescence Pigments in Ceramic Industry, International Ceramic, Glass, Porcelain Enamel, Glaze and Pigment Congress.
[8] https://www.steag.com/en/news/insights/innovation-as-a-growth-factor
[9] https://www.engadget.com/2015-04-09-intel-edison-porcelain-smart-mug-vase.html.