JAUES

Journal Of Al Azhar University Engineering Sector

Vol. 12, No. 44, July, 2017, 1199-1208

مدخل تصميمي لتحسين جودة فراغات المستشفيات باستخدام النانوتكنولوجي

حسين صبري الشنواني و شريف محمد ربيع خشبة و رزان إبراهيم أحمد عرفه
- قسم الهندسة المعمارية- كلية الهندسة – جامعة الزقازيق

ABASTRACT
Materials are one of the important tools which the architect can't waive them in his buildings to achieve his thoughts. Materials transformed from secondary role as one of the architectural needs to way to achieve the functionality, provide healthy and safe environment and a means to achieve the new architectural form of the buildings.
Nanotechnology revolutionized the field of architecture and materials technology. The impact of nanotechnology in architectural production appeared in the discovery of materials, new construction systems, advanced implementation mechanism. These led to the opening of new horizons in the design of buildings and raise their performance.

---

١ -المقدمة:

المواد أحد الادوات المهمة التي لا يتنازل عنها المعماري في مبانيه لتحقيق افكاره، ولم تعد المواد مجرد شيء ثانوي في تصميم المبني ولم يعد دورها يقتصر على مقاومة احمال المبني او القوي الخارجية المحيطة به. بل تحولت المواد من دورها الثانوي الي وسيلة لتحقيق الاداء الوظيفي وتوفير بيئة صحية وامنة ووسيلة لتحقيق تشكيل معماري جديد للمباني.

أحدثت تكنولوجيا النانو ثورة في مجال العمارة وتكنولوجيا المواد، وظهر أثارها في النتاج المعماري حيث اكتشاف المواد والنظم الإنشائية الجديدة وآلية التنفيذ المتقدمة، ادي ذلك الي فتح آفاقا جديدة في تصميم المباني ورفع أدائها.

١ -١ - موضوع البحث:

تعتبر مباني المستشفيات من أكثر انواع المباني احتواء على معطيات تكنولوجية، حيث انها مثلت علي مر التاريخ انعكاسا واضحا للتطورات العلمية والتكنولوجيا في كل عصر من العصور التي شهدت قفزات من تلك المجالات. ولكن يبقي العنصر التعبيري في شكل وتشكيل تلك المباني والذي هو نتاج عملية فكرية نابعة من الشخصية الذاتية للمعماري وابداعه الفكري ومعبرة عن هويته المحلية.

كنتيجة متوقعة للبحث العلمي والتطور المستمر في مجال التكنولوجيا يتم اكتشاف الكثير والجديد، ومن هذا المنطلق يشهد العالم كله تغييرا شاملا في جميع أنماط الحياة بسبب اكتشافات النانو تكنولوجي وتتسابق كل الدول لامتلاك هذه التقنية والاستفادة من إمكانياتها المذهلة في جميع المجالات.

تعاني فراغات المستشفيات من ملوثات كثيرة تؤثر على الصحة العامة مثل استخدام المطهرات والمنظفات للتعقيم والتي تساعد علي انتقال العدوي والمرض ، وتعتبر من أكثر المباني استخداما لعناصر ومواد ذات انبعاثات ضارة بعناصر البيئة وصحة قاطنيه وزواره (انبعاثات أجهزة الاشعة ومعامل التحاليل والعلاج الاشعاعي) ، لذا تحتاج تلك الفراغات إلى استخدام التكنولوجيا الحديثة واتباع الكثير من الإجراءات في تصميم الفراغات.

١ -٢ - الهدف من البحث:

مدخل تصميمي لتحسين جودة فراغات المستشفيات باستخدام تكنولوجيا النانو للوصول الي فراغات صحية خالية من التلوث وتقلل من نقل العدوي وتحافظ على عناصر البيئ.

١ -٣ - النانوتكنولوجي:

منذ أواخر القرن العشرين بدا عصر العولمة الذي يحمل العديد من التغيرات والمتطلبات في جميع نواحي الحياة، وقد بدأ المعماري المعاصر في استغلال إمكانيات التكنولوجيا واحتياجات المجتمع في الخروج بأسس نظرية معمارية جديدة للعصر القادم، تمثلت في العديد من التغيرات الجذرية في كافة مراحل العمل المعماري، بدء من ابتكار وسائل جديدة للتصميم المعماري، مرورا بتحولات في اتجاه التصميم، وانتهاء بابتكار وسائل ومواد جديدة للتنفيذ.

وتتلخص فكرة تقنية النانو في إعادة ترتيب ذرات المواد وكلما تغير الترتيب الذرى للمادة كلما تغيرت خصائصها، ومن هنا يمكن للعلماء تلافى بعض الخصائص غير المرغوب فيها لبعض المواد أو إضافة خصائص أخرى تضاعف من كفاءة أداءها.

تأخذ تكنولوجيا النانو مواد التشطيب الي مستويات جديدة وعالية من حيث الاداء، وان تبدل فراغات المبني جذريا، نستعرض اهم المواد المعالجة بتكنولوجيا النانو التي تستخدم في تحسين جودة الفراغات وتطبيقها علي فراغات مباني المستشفيات، حيث تعتبر مواد النانو امتداد وتطوير للمواد التقليدية، واستنباط مجموعة من الاسس الخاصة باستخدام مواد النانو لتحسين فراغات المستشفيات.

ويعتبر أحد اهم الابعاد لمباني المستشفيات هي السلامة الصحية والتي تعنى ضرورة أخذ كافة الاحتياطات والوسائل البنائية لمنع التلوث وتفشي الميكروبات وتجنب العدوى داخل المستشفيات.

١ -٤ - مواد النانوتكنولوجي:

١ ٤ ١ -تنقية وتعطير الهواء Filtration and Air Purification

بمساعدة تكنولوجيا النانو نحلل الملوثات والروائح كيميائيا إلى مكوناتها الأساسية غير الضارة، ولكن هذه التكنولوجيا لا تحل محل التهوية الطبيعية، بل تحسن نوعية الهواء. وتستخدم تكنولوجيا تنقية الهواء على نحو متزايد في المنسوجات والدهانات.

١ -جودة الهواء الداخلي Indoor Air Quality

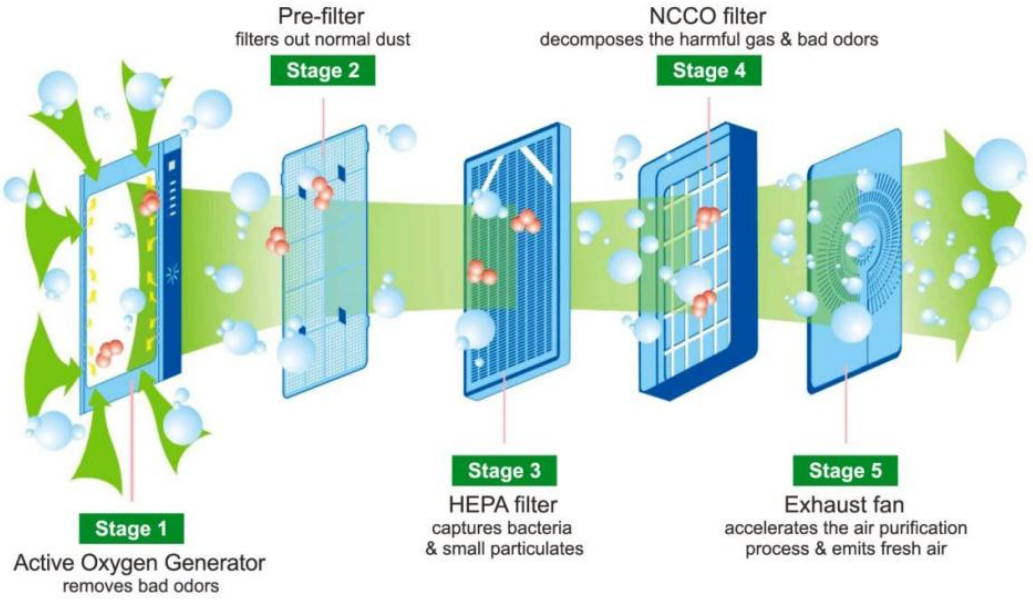
- مضادة للبكتريا Anti-Bacterial

تكنولوجيا (Nano-Confined Catalytic Oxidation) (NCCO) هي [3] تنقية الهواء من الملوثات من فيروسات وبكتريا دون انبعاث أي نوع من الاكسدة. كذلك تتميز أسطح الفوتوكاتليك [12] Photocatalytic بقدرتها على تحليل المواد العضوية إلى مهملات وأتربة **(شكل 3)**.

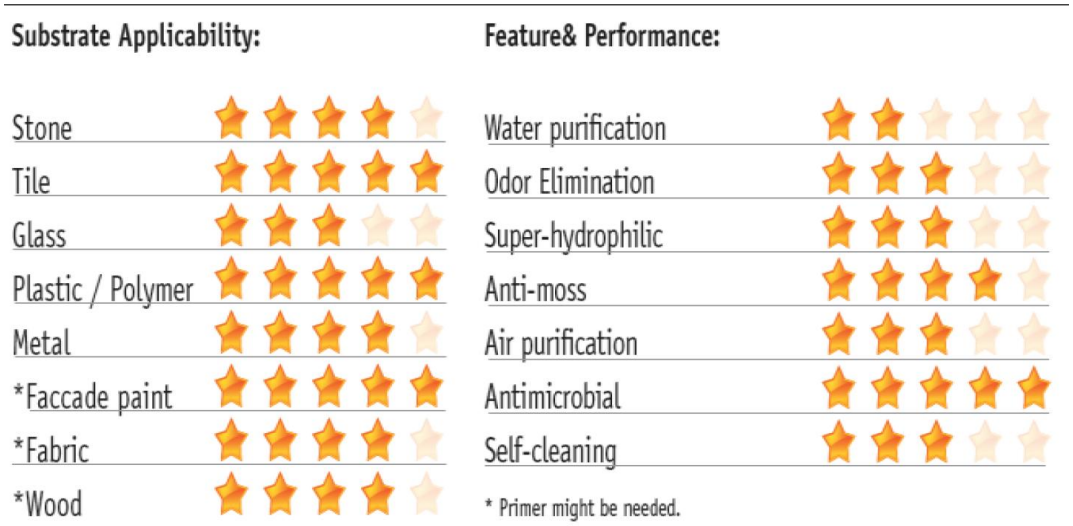
وتم استخدام هذا الطلاء في أكثر من 20 مشروعا لمستشفيات في أوربا **(شكل 2)**، وأشارت النتائج الأولية ان البكتريا انخفضت بنسبة 60%، وانه يقتل الجراثيم في الهواء إذا لمست السطح المطلي وهذا يساعد في الحد من انتشار الامراض المعدية **(شكل1)** و **(شكل4)**.

شكل 1 يوضح أحد المستشفيات وكمية البكتريا الملوثة على الاسطح [2]

شكل 2 يوضح احد الدهانات المضادة للبكتريا الموجودة بالسوق [1]



شكل 3 يوضح طريقة عمل دهان NCCO في تنقية الهواء من البكتريا [3]



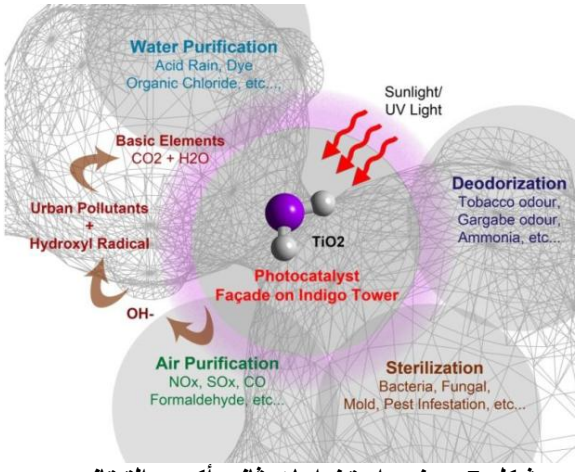
شكل 4 يوضح الطلاء المضاد للبكتريا والميكروبات في أنواع مواد مختلفة ونسبة فعاليتها[4]

ب - ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2

من خصائص مادة ثاني اكسيد التيتانيوم TiO_2 رخص ثمنها وثباتها الكيميائي[6] .علاوة على انها مادة صديقة للإنسان والبيئة. وعلى الرغم من هذا الثبات الكيميائي العالي لمادة TiO_2 فانه عند تعرضها لمصدر من مصادر الضوء، مثل الاشعة الفوق البنفسجية، يزداد نشاطها الكيميائي، حيث أنها مادة لها قدرة عالية على الامتصاص والتشبع بأشعة الشمس فوق البنفسجية، وهذا يؤدي الى تولد ذرات من الاكسجين على سطح تلك الحبيبات.

كما تستخدم فتائل النانو [11] في صناعة اقمشة مقاومة للبقع تقلل من المواد الكيميائية المستخدمة للتنظيف ويستعين اكثر من 80 مصنع غزل ونسيج في جميع انحاء العالم بتكنولوجيا النانو في تصنيع اقمشة وقطع اثاث من خلال استخدام TiO_2 ، كل ذلك ادي الي انخفاض في استخدام المطهرات والمنظفات.

ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 صبغة [6] بيضاء يمكن استخدامها كمادة طلائية عاكسة ممتازة. **(شكل 5)** يوضح استخدامات ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 المختلفة حيث أنها تتفاعل تفاعلات قوية مع الملوثات العضوية، والمركبات العضوية المتطايرة، والأغشية البكتيرية مما يمكنها من الحد من الملوثات المحمولة جوا وذلك عند تطبيقها على الأسطح الخارجية في الهواء الطلق. بالإضافة لذلك، فهي مادة شرهة للمياه وبالتالي فهي تضيف خاصية التنظيف الذاتي للأسطح التي تنطبق عليها هذه التقنية. في هذه العملية يتم جذب مياه الأمطار إلى السطح حيث تكوِن طبقات تجمع بها كل الملوثات وتنظف السطح من هذه الجسيمات القذرة.

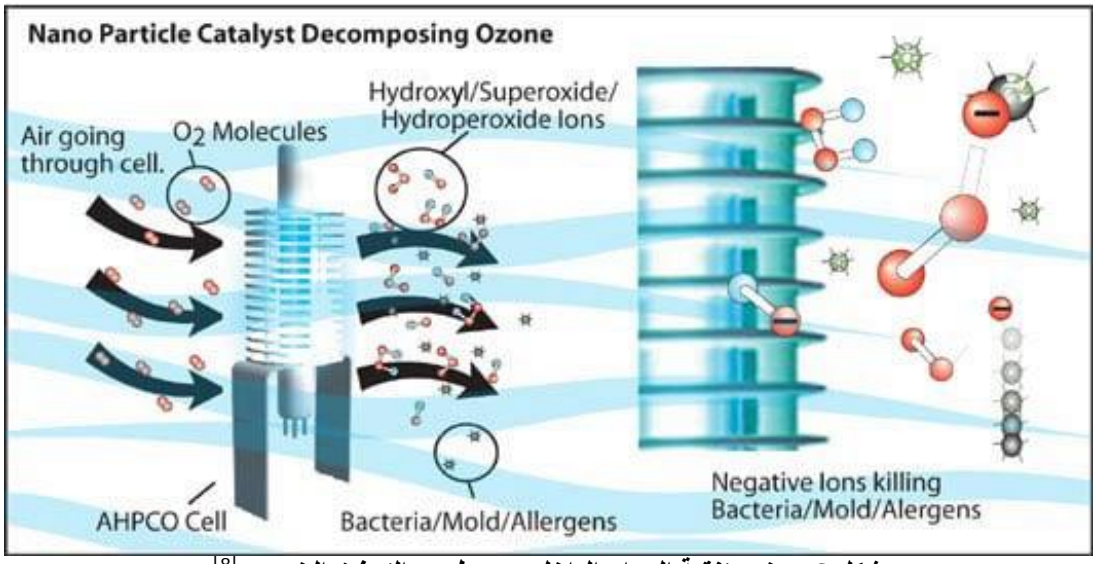


شكل 5 يوضح استخدامات ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2المختلفة من تنظيف ذاتي وتنقية المياه وتعطير الهواء [3]

ت - جزيئات الفضة:

نظام التنقية ينقي الهواء ويحسن الهواء الداخلي [3] من الروائح الكريهة غير المرغوب فيها، ويقتل الميكروبات الموجودة في الجو، وذلك باستخدام جزيئات من الفضة بحجم 8 نانومتر. عن طريق دمج جزيئات الفضة على السطح الخارجي، الفضة مادة طبيعية وتمنع نمو الجراثيم وتمنع نمو جزيئات البوتاسيوم والصوديوم، وبالتالي عدم نمو البكتريا والجراثيم على السطح.

وهناك بعض التقنيات الأخرى التي تنقي الجو مثل Nanofilter يقتل 99.7٪ من فيروسات الأنفلونزا، ويصل الى 98٪ في القضاء على الروائح الكريهة، كذلك القضاء على جميع أبخرة المركبات العضوية المتطايرة الضارة.
وهناك ايضا تنقية الهواء باستخدام Nano Breeze عن طريق [5] أنبوب ضوء فلورسنتي مغلف بالفسفور **(شكل 6)** ينتج اشعة UVA الاشعة فوق البنفسجية والضوء الأزرق، وخارج الانبوب شبكة من الياف النانو اشباه موصلات، يتحرك الهواء حول الانبوب لينقي الهواء عن طريق التحفيز الضوئي Photocatalytic Oxidation.



شكل 6 يوضح تنقية الهواء الداخلي عن طريق التحفيز الضوئي [8]

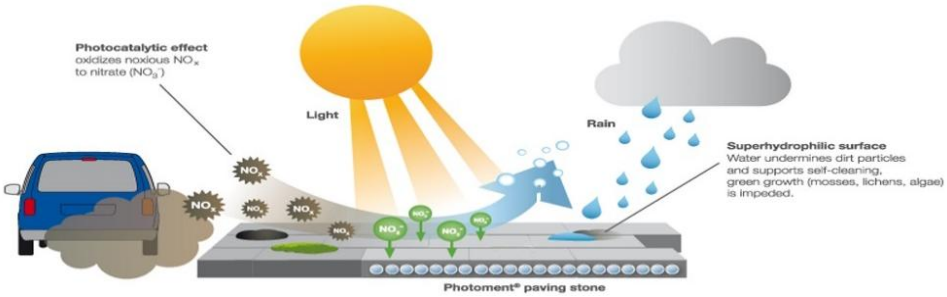
ومن هنا جاءت التطبيقات على هذه النظريات والابحاث في مجالات حياتنا المختلفة وذلك من خلال وضع مواد مجهزه من خصائصها تنقيه الهواء ومضادة للجراثيم موضوعة في الستائر (جزيئات من الفضة بحجم النانو) وتكون على النوافذ (دهان من ثاني أكسيد التيتانيوم) وهي متوفرة بأشكال مختلفة (دهانات علي الزجاج والحوائط وجزئيات

تندمج علي الاسطح مثل المنسوجات) وبخصائص متعددة تلبى الاحتياجات المختلفة (تنقية وتحسين نوعية الهواء) ، كذلك يمكن ان يتم العمل على هذا النهج لمواجهه المرض وانتقال العدوي.

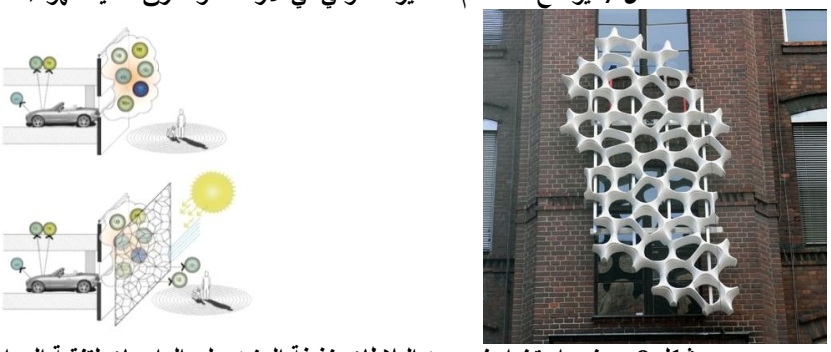
٢ -نقية الهواء الخارجي Outdoor Air Purification

تنقية الهواء الخارجي عن طريق التحفيز الضوئي Photocatalytic Oxidation من خلال طلاء الواجهات الخارجية ومعالجة الطرق والارصفة بطلاء منقي للهواء ومن عوادم السيارات **(شكل 7)**، ولا يتم تنقية الهواء بالكامل بل تحد من كمية عوادم السيارات.

وهناك طريقة اخري بوضع بلاطة [9] من نوع Prosolve 370e كجزء من الواجهة **(شكل 8)**، ويطلق على هذه البلاطة اسم "Smog Eating"، وهي عبارة عن بلاطة من مادة خفيفة الوزن ذو شكل جمالي تدهن بمادة ثاني أكسيد التيتانيوم (TiO_2), وتتفاعل مادة التيتانيوم مع اشعة الشمس وتعمل علي تنقية الشوارع من عوادم السيارات واي ملوثات اخري.



شكل 7 يوضح استخدام التحفيز الضوئي في الأرصفة والطرق لتنقية الهواء الخارجي [4]



شكل 8 يوضح استخدام نوع من البلاطات خفيفة الوزن علي الواجهات لتنقية الهواء الخارجي [9]

١ -٥ - دراسة تحليلية لتطبيقات النانوتكنولوجي علي المستشفيات:

تشمل الهراسة التحليلية لتطبيقات النانوتكنولوجي لعدد من نماذج المستشفيات التي طبقت تكنولوجيا النانو، وذلك بهدف الوقوف على أساسيات التصميم باستخدام النانوتكنولوجي.

يتم تقيمها طبقا لنوع المادة او التكنولوجيا او الحماية المستخدمة، وأثر استخدام التكنولوجيا المتقدمة والحديثة على المشروع تصميميا وتشكيلا، وتأثير كل هذا على اداء المبني لوظيفته.

١ - نموذج لغرفة مريض بمستشفى، برلين، المانيا

المعماري
Sylvia Leydecker
المواد المستخدمة
Air-Purifying Wall Paint
Air-Purifying Textiles
Antibacterial Floor Covering
Antibacterial Wood Varnish
Antibacterial and Dirt-Repellent Fabrics Upholstery
Antibacterial Light Switches
Wall covering
Self-Cleaning Floor Tiles
Easy-To-Clean wc

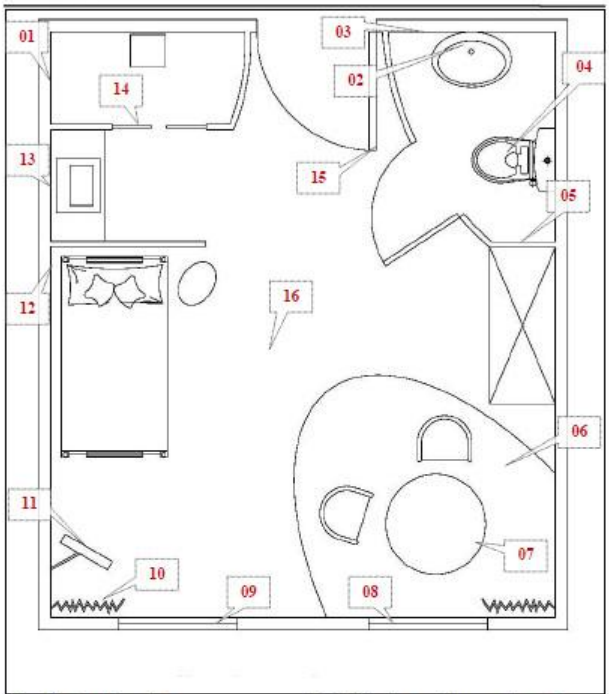
غرفة خاصة بمريض بمستشفى برلين هو نموذج مثالي [2] لغرفة مريض بالمستشفى. ويستند مفهوم التصميم على

خمسة أعمدة رئيسية هي: الوظيفة، الراحة، التصميم، التوجيه وجو من الرفاهية.

المفهوم العام، والذي يتضمن مقترحات لتصميم غرفة (سرير وحمام وصالة)، المادة، ال شكل واللون، وعلى ضوء ذلك، يدمج العديد من الأسطح النانونية Nanosurfaces، مثلا، استخدام أقمشة مضادة للبكتريا لتحافظ على نظافتها من البكتيريا **(شكل 9)**، مفاتيح الإضاءة و الأرضيات، كلاهما يتعرض لقدر كبير من البكتريا يتم التعامل معهم بالمثل، وطلاء الخشب بورنيش مضاد للبكتريا.

تلوث الهواء بالمستشفيات يتم استخدام مواد منقية للهواء (منسوجات أو طلاء الجدران) لتحسين جودة الهواء، الأسطح سهلة التنظيف هي مثالية للمنشآت الصحية، الحمام يتم استخدام جدران مضاد للضباب **(شكل 10)** وباقي الأسطح مضادة للبكتريا.

شكل 9 يوضح فرش غرفة مريض والمعالج بتكنولوجيا النانو لتنقية الهواء الداخلي من أي ملوثات



01 – Tiles: Anti-bacterial	09 – Walls: Nanoparticles ceramic covering
02 – Sanitaryware: Anti-fingerprints	10 – Curtains: Air-purifying
03 – Tiles: Anti-bacterial	11 – TV: Anti-reflective
04 – W.C.: Easy to clean	12 – Call-button, Light Switch, TV/Radio-buttons: Anti-bacterial
05 – Wall Paint: Air-purifying	13 – Mirror: Anti-fogging
06 – Upholstery, Carpets: Air-purifying, oxidative catalysis	14 – Shower Screen: Easy to clean, anti-fogging
07 – Table Surfaces: Anti-fingerprints, scratchproofing	15 – Doorknobs: Anti-fingerprints, anti-bacterial
08 – Window: Self-cleaning photocatalytic	16 – Carpets: Anti-bacterial, air-purifying

شكل 10 مسقط أفقي في غرفة بالمستشفى موضح علية المواد النانونية المستخدمة [2]

جدول 1 تحليل استخدام تكنولوجيا النانو بنموذج لغرفة مريض بالمستشفى، المانيا [الباحث]
خواص ومميزات تكنولوجيا النانو المستخدمة في المشروع

المواد الانشائية وغير الانشائية	
• الخشب	• البلاستيك
• الزجاج	• الاقمشة والمنسوجات
الحماية	
• تنقية وتعطير الهواء الداخلي والخارجي	
• الدهانات	
• مضادة للبكتريا	
الخصائص	
• تحسين نوعيه الهواء وتنقيته	• استخدام مواد معاده التدوير
• الحد من تأثير درجة الحرارة	• ترشيد استخدام الموارد

٢ - نموذج لغرف عمليات، جوسلار، المانيا

المعماري
Schweitzer and Partner
المواد المستخدمة
Hydrolect Tiles, pholocatalytic Surface with Antibactrerial
الافتتاح
2005

في جميع غرف العمليات الجراحية، يتم تغطية الارضيات والجدران [7] ببلاطات الفوتوكاتليتك (Pholocatalytic Tiles) المعالج بتكنولوجيا النانو ، لان النظافة لها اهمية قصوى في غرف العمليات، حيث يسهم التبليط المضاد للبكتريا في التقليل من خطر العدوي. في هذا المشروع قلل المهندس من مساحة الفواصل بين البلاط، وبالتالي قلل نقاط الضعف الي يمكن لبكتريا ان تستقر بها وساعد هذا علي جعل مظهر الغرفة أكثرا هدوء. وتم اختيار البلاطات المضادة للبكتريا بنفس شكل ومقاس البلاط العادي **(شكل 11)**.

شكل 11 يوضح معالجة غرفة العمليات بحوائط من السراميك مضادة للبكتريا

جدول 2 تحليل استخدام تكنولوجيا النانو بنموذج لغرفة العمليات، المانيا [الباحث]
خواص ومميزات تكنولوجيا النانو المستخدمة في المشروع

الحماية
● مضادة للبكتريا
الخصائص
● ترشيد استخدام الموارد
● تحسين نوعيه الهواء وتنقيته

٣ - مستشفى Gea Gonzalez ، المكسيك

المعماري
German team of designers from Elegant Embellishments
المواد المستخدمة
Prosolve 370e
الافتتاح
2013

تم وضع بلاطات [10] خارجية من جزيئات نانونية من ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2، وتركيبها على الواجهة بالقرب من مصادر التلوث **(شكل 12)**، بحيث انها تعمل على توجيه الضوء الطبيعي الي المبني والحد من الرياح والحد من تلوث الهواء.

وهذا في عام 2011 شركة Alcoa اخترعت تكنولوجيا رائعة يمكن عن طريقها تنقية الهواء من حول المبني، و وضعت البلاطات Prosolve 370e من قبل شركة المانية تدعي Elegant Embellishments **(شكل 13)**، وتعتمد هذه التقنية على توزع فلاتر لتنقية الهواء حول هيكل المبني مع مجسات حرة للأشعة فوق البنفسجية ليقضي على كل الملوثات في البيئة المحيطة، مع ترك الهواء النقي ليستنشقه المريض.

يخلق هذا الهيكل تدفق بطيء للهواء حول المبني، ويتم تنشيط عمل الهيكل من خلال تحفيز من الاشعة فوق البنفسجية من خلال ضوء النهار وحدوث التفاعل الكيمائي وتنقية الهواء ، مدة العمر الافتراضي للطلاء تدوم حتى عشر سنوات ويمكن طلاءها مرة اخري.

شكل 12 يوضح شكل الواجهة الرئيسية للمستشفى والبلاطات المثبتة عليها

شكل 13 يوضح شكل البلاطات Prosolre 370e المثبتة علي واجهة المستشفى من الداخل

جدول 3 تحليل استخدام تكنولوجيا النانو بمستشفى Gea Gonzalez، المكسيك [الباحث]	
خواص ومميزات تكنولوجيا النانو المستخدمة في المشروع	
الحماية	
● تنقية وتعطير الهواء الداخلي والخارجي	
الخصائص	
● ترشيد استخدام الطاقة غير المتجددة	● استخدام الحاسب الالي في تصميم البلاطات
● تحسين نوعيه الهواء وتنقيته	● الحد من تأثير درجة الحرارة
● توجيه للرياح	

١ -٦ - مدخل تصميمي لتحسين جودة فراغات المستشفيات باستخدام النانوتكنولوجي:

١ -تصميم فراغات المستشفى باستخدام تكنولوجيا النانو وبمساعدة الحاسب الالي عن طريق محاكاة الفراغات لمعرفة مدي ملاءمة الفراغ لوظيفته، وخصوصا لتعدد مستخدمي الفراغ في المستشفيات من مرضي وزوار وأطباء.
٢ -تحسين الهواء الداخلي عن طريق تحليل الملوثات الي مكوناتها الأساسية غير الضارة عن طريق دمج جزيئات الفضة بمقياس النانو على الاسطح الخارجية (حوائط – ارضيات - أسقف – ستائر – مفروشات) لمنع انتشار الميكروبات والعدوي.
٣ -دهانات (ANZ) تخفض درجات حرارة الأسطح وتشتت 90% من اشعة وحرارة الشمس الواقعة عليها وبالتالي تخفض درجة الحرارة السطح المدهون عن الدرجة الطبيعية بفارق يزيد عن 20 درجة مئوية، بالإضافة الي الوفر في الخامات الأولية لقلة طبقات دهان النانو.
٤ -انسجة الفرش والاثاث معالجة بتكنولوجيا النانو ومضادة للبكتريا ادي الي انخفاض البكتريا بنسبة 60% وذلك لتقليل انتشار العدوي والامراض وتقليل استخدام المنظفات والمطهرات.
٥ -دورات المياه عبارة عن حوائط من السيراميك المعالجة بتكنولوجيا النانو مضادة للبكتريا حيث يقتل الجراثيم بمجرد ملامسة السطح المطلي.
٦ -معالجة الواجهات الخارجية ببلاطات Prosolve 370e التي تعمل علي تنقية الهواء المحيط بالمستشفى وبالتالي يحسن من جودة فراغات المستشفى، مع توجيه للهواء والضوء الطبيعي.
٧ -مراعاة الراحة للمرضي والأطباء والزوار من خلال استخدام مواد نانو تستفيد من الإضاءة الطبيعية وتقلل من الطاقة الحرارية والضوضاء واضافة نوع من الذكاء للمادة تستجيب للمستخدم لها، والاهم من كل هذا تقلل من انتشار الامراض وسرعة شفاء المريض.

المعالجات المختلفة بتكنولوجيا النانو لفراغات المستشفى تحسن من جودة الفراغ وتعطي لكل مادة خصائص ترفع من أدائها وبالتالي ينعكس ذلك علي الفراغ من خفض لنسبة التلوث وتقليل احمال التدفئة والتبريد وتقليل اعمال الصيانة والتنظيف، بالإضافة الي زيادة الراحة النفسية للمرضي والزوار والأطباء.

مدخل تصميمي لتحسين جودة فراغات المستشفيات بلستخدام النانوتكنولوجي Design Approach to Improve the Quality of Hospital Spaces by Nanotechnology									
	المادة النانونية	إعادة التدوير	عمر طويل	ذكاء	عزل صوتي	تحسين الضوء	تقلل التلوث	اقل مواد خام	حفظ طاقة
1	نسيج "Protex Nano"			√				√	
2	مادة منقية للهواء Air Filtration		√				√	√	
3	ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2	√	√			√	√	√	
4	مادة مضادة للبكتريا Anti-Bacterial (ANZ)		√		√		√	√	√

جدول 4 يوضح خصائص مواد النانو تكنولوجي لخفض التلوث بالمستشفيات [الباحث]

١ -٧ - النتائج:

١ - تعتبر مواد البناء المختلفة من اهم العناصر التي تؤثر في التشكيل العام للمبني، ويتضح ذلك على مدار العصور، وكلما زادت المعرفة بخصائص المادة كلما تطور استخدام مواد البناء.
٢ - دراسة علوم مواد النانوتكنولوجي وخصائصها الوظيفية هام بالنسبة للمعماريين، حيث ان خواص المواد من المعايير الرئيسية في اختيار المواد لمكان معين او معيار لاستخدام المادة في المكان الصحيح، استخدام مواد النانوتكنولوجي في مباني المستشفيات عمل علي خفض نسب التلوث بشكل كبير وتحسين جودة البيئة الداخلية.
٣ - أهمية دور المعماري كقائد للعمل المعماري في الاستفادة من استخدامات النانوتكنولوجي في مباني المستشفيات المعاصرة مما يساعد على تسهيل عمله وتحقيق أهدافه، وتحقيق ابعاد بيئية واقتصادية للمبني.
٤ - استعمال مواد النانو لتحسين فراغات المستشفيات ادي الي ترشيد استخدام المواد الخام ومراحل الانتاج والوقت، انخفاض كمية التلوث وبالتالي قلة العدوي وانتقال الامراض، العزل الحراري والعزل الصوتي وفر الراحة للمريض لسرعة الشفاء، اغلب مواد النانو ذات عمر افتراضي كبير فيقلل من تكاليف الصيانة.
٥ - يشهد التصميم المعماري مرحلة جديدة من التصميم والابداع، حيث يتم الاستفادة من توظيف المواد وتكنولوجيا النانو، بالإضافة الي ابتكار مواد وطرق جديدة متطورة.
٦ - يمكن استخدام مواد النانو علي مختلف الاسطح من الخشب او الزجاج او البلاستيك او الحديد او الاقمشة، لا تغير من شكل المادة الاصلي نظرا من طبيعتها الشفافة، بل بالعكس تحافظ عليها وتضيف لها المتانة وتزيد من عمرها الافتراضي، وتعطي نفس النتيجة علي أي نوع من أنواع الاسطح.3

١ -٨ - التوصيات:

١ - استيعاب تكنولوجيا النانو وتطويعها وفقا لمتطلبات برامج التنمية في الدول العربية، وتهيئة التشريعات والإدارات الحكومية في البلدان العربية والقوانين الخاصة بتطبيقات النانو عربيا ، وتوظيف التقنيات المستحدثة بما يتوافق مع ظروف وإمكانات ومتطلبات المجتمع.

٢ - تشجيع أنشاء مراكز بحوث متخصصة لعلوم وتقنيات النانو في كل قطر عربي ومركز عربي على المستوى القومي للتنسيق بينها وبين الشركات العامة التي تتبنى البحوث والتطوير ، وفتح البحوث العلمية "في علوم وتقنية النانو"، لتحويل هذه البحوث إلى تقنيات، وصناعات وخدمات نانونية.

٣ - عرض فكرة استخدام تكنولوجيا النانو على مستوي المشاريع القومية الكبيرة ذات الميزانيات الضخمة وتحت رعاية مؤسسات الدولة، حيث ان تكلفة التقنيات الحديثة في بداياتها مرتفعة يصعب على الاستثمار الشخصي استيعابها.

٤ - إعداد قوة عمل ماهرة ومبتكرة ومحفزة للعمل: قوة العمل الماهرة ضرورية لتحقيق الرؤية وهذه القوة تتكون من باحثين، فنيين، مهندسي تصنيع، ومنتجين في تقنية النانو ولتنمية وتطوير هذه القوة.

٥ - تعد تقنية المواد النانوية واحدة من أهم المجالات التي تهدف إلى رفع كفاءة البيئة المشيدة ومواجهة التحديات المستقبلية، نظرا لتزايد عدد سكان العالم وتزايد الرقعة العمرانية ونقص في الموارد والتلوث.

٦ - عمل توعية للمعماريين بأهم الأفكار والخطوط العريضة المتعلقة بتكنولوجيا النانو، حتى يعي المعماري في هذا الوقت بأهمية الوعي بتكنولوجيا النانو كأداة مؤثرة على الفكر المعماري، ومحاولة الاستفادة من الخبرات العالمية في مجال النانوتكنولوجي، ونبدأ من حيث انتهي الاخرون

المراجع:

1- Bakker, E., "Nanotechnology and human health in the construction industry", IVAM BV, Amsterdam, Netherlands, 2008.

2- Leydecker, S., "Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design", Birkhauser-Verlag, Berlin, Germany, 2008.

3- Fouad, F., "Nanoarchitecture & Sustainability", Master of Science, Faculty of Engineering, University of Alexandria, 2012.

4- Dhil, P., et al, Materials shape Products Increase Innovation and Market Opportunities with the Help of Creative Professionals, Volume 18 ot the Hessian Nanotech Initiatives Series of the Hessian Ministry of Economics, Transport, Urban and Regional Development, HA Hessen Agentur GmbH, Germany (www.hessen-nanotech.de), December, 2010.

5- Mohamed, A., "Nano-Innovation in Construction, a New Era of sustainability", International conference on Environment and civil engineering, Pattaya, Thailand, 2015.

6- Saurav, "Application of Nanotechnology in Building Materials", International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA), Indian, (www.ijera.com) Vol. 2, September- October, 2012.

7- http://nanoarchdesign.blogspot.com.eg/2010/09/architectural-applications-of.html, (Last access date 16/2/2017).

8- http://www.air-oasis-uv-pco-sanitizers.com/how-ao-works.htm, (Last access date 1/2/2017)

9- https://makeasmartcity.com/tag/prosolve-370e/m, (Last access date 1/2/2017)

10- https://sourceable.net/six-pollution-reducing-facades/#, (Last access date 1/2/2017)

١١ - ايمان، شيحه، "منهجية استغلال أسطح المباني لتحقيق الاستدامة العمرانية بالمناطق المزدحمة – جدوى استخدام النانوتكنولوجي كمدخل متطور للمعالجة"، رسالة دكتوراه، كلية هندسة المطرية، جامعة حلوان، 2014.

١٢ - محمد، الإسكندراني، "تكنولوجيا النانو – من اجل غد أفضل"، عالم المعرفة، الكويت، الكويت، 2010.