خفض تكلفة التشغيل في مباني المُستشفيات عن طريق إستخدام المواد المُطورة بتقنية النانو

محمد ثروت محمود[1]، هينار أبو المجد خليفة[2]
[1]مدرس– قسم العمارة – كلية الهندسة – جامعة 6 أكتوبر
[1]mohamed_tharwat.eng@o6u.edu.eg
[2] أستاذ مساعد – قسم العمارة – كلية الهندسة – جامعة 6 أكتوبر
[2]henar.eng@o6u.edu.eg

ملخص البحث– يتناول هذا البحث دراسة لتقنية النانو ودورها في تقليل تكلفة التشغيل في مباني المُستشفيات، حيث يُسلط الضوء على تقنية النانو وماهيتها وكيفية تطويعها في مجال العِمارة حيث ظهرت العديد من المواد مثل (تقنية التنظيف الذاتي – تقنية تنقية الهواء – تقنية الأسطح المُضادة للبكتيريا – تقنية سهولة التنظيف – تقنية الحماية من أشعة الشمس،.. وغيرها)، كما يوضح البحث دور هذه التقنية في تقليل تكلفة التشغيل في مباني المُستشفيات، حيث يتضمن دراسة تحليلية لمُستشفيات عالمية إستخدمت مواد تقنية النانو مما أدى إلى الحد من إنتشار العدوى و توفير البيئة الصحية والتقليل من المخاطر، وخفض إستعمال المُنظفات الكيميائية وبالتالي تخفيض تكاليف الصيانة، وزيادة العزل الحراري وتقليل إستهلاك الطاقة. وفي الأخير، يُثبت البحث قُدرة المواد النانوية على تخفيض تكلفة التشغيل وإستهلاك الطاقة في مباني المُستشفيات.

الكلمات الدالة: تقنية النانو ، المُستشفيات، الطاقة ، تكلفة التشغيل.

1. المُقدمة:

تُعاني بعض مباني المُستشفيات في مصر من بعض المُشكلات التي تعمل على قِصر عُمرها الإفتراضي وتشوه شكلها الجمالي وإنتقال العدوى والأمراض بسبب إنتشار الرطوبة والأوساخ ومن هذه المُشكلات عدم الإهتمام بعامل الصيانة ونقص النظافة والتعقيم، كما أنها تُعاني أيضاً من بعض المُشكلات التي تعوقها من أداء دورها للمرضى كنقص الأسِرَّة والآلات الطبية وصولاً إلى نقص الطاقم الطبي وعجز الميزانيات، مما يؤثر ذلك على الخدمة الطبية المُقدمة، ويُعد رفع أداء الفراغات الداخلية للمُستشفيات أحد الحلول لبعض مُشكلات هذه المباني لتؤدي وظيفتها بشكل أفضل. ويتأثر تصميم مباني المُستشفيات بأخر ما توصلت إليه التكنولوجيا، نتيجة للتطور المُستمر في مجال الطب وطُرق التشخيص والعِلاج. وتؤثر مواد التشطيب المُطورة بتقنية النانو بشكل مُباشر وغير مُباشر على مباني المُستشفيات في رفع أداءها مُقارنةً بمثيلتها التقليدية، ويظهر ذلك في عدة أبعاد نختص منها هُنا الأبعاد الإقتصادية (تكلفة التشغيل) والتي يندرج تحتها (أعمال الصيانة والمُعالجة – توفير إستهلاك الطاقة – أعمال النظافة.. إلخ).

2. المشكلة البحثية:

تُعد مباني المُستشفيات من المباني المُركبة التي تتسم بأنها من أكثر المباني إستهلاكاً للطاقة وأعمال الصيانة، مما يؤدي ذلك إلى زيادة تكلفة التشغيل فيها وبشكل كبير عن غيرها من نوعيات المباني الأخرى، مما يُعد ذلك عبءاً مادياً كبيراً يقع على عاتق مالك هذه النوعية من المباني.

3– أهداف البحث:

3–1 الهدف الرئيسي:

"خفض تكلفة التشغيل لمباني المُستشفيات من خلال إستخدام المواد المُختلفة لتقنية النانو في العناصر التصميمية الخارجية والداخلية لها".

3–2 الأهداف الثانوية:

– التعرُف على تقنية النانو وتطبيقاتها ومدى مُساهمتها في مُعالجة المشاكل البيئية الخاصة بالمباني بشكل عام والمُستشفيات بشكل خاص كتقليل إنتشار البكتيريا والميكروبات وتقليل إنتشار العدوى والفيروسات كفيروس كورونا المُستجد COVID-19، وغيرها من الفيروسات والميكروبات وبالتالي توفير البيئة الصحية للمرضى.

– تقليل إنبعاثات غاز ثاني أُكسيد الكربون CO_2 والأجسام والغازات الضارة وبالتالي المُحافظة على جودة الهواء والبيئة المُحيطة.

4– فرضية البحث:

إستخدام مواد تقنية النانو في العناصر التصميمية الداخلية والخارجية لمباني المُستشفيات يعمل على تقليل تكلفة التشغيل (أعمال الصيانة وإستهلاك الطاقة) في هذه النوعية من المباني المُركبة.

5- التعريفات الرئيسية:

5-1 المقصود بالنانو:

كلمة النانو مُشتقة من اللغة اليونانية القديمة (Nanos) والتي تُعني بالإنجليزية (Dwarf) وتُعني كلمة قزم، وفي مجال العلوم يعني النانو جزء من المليار جُزء من المتر.

5-2 تقنية النانو:

هي تلك التقنية التي تعتني بدراسة وإبتكار تقنيات جديدة تُقاس أبعادها بالنانومتر، وعادةً ما تتعامل التقنية النانوية مع قياسات بين ١ إلى ١٠٠ نانومتر أي تتعامل مع تجمعات ذرية تتراوح بين خمس ذرات إلى ألف ذرة، وهي أبعاد أقل كثيراً من أبعاد البكتيريا والخلية الحية.

6- تقنية النانو وموادها في مجال العِمارة:

يتم تصنيع وإنتاج المواد النانوية عبر تجميعها من مكوناتها الأساسية مثل الذرة والجزيء، وما دامت كل المواد الموجودة في الطبيعة تتكون من ذرات مُرتبة وفق تركيب معين فإنه يُمكن رصف الذرات إلى جانب بعضها البعض بطريقة تختلف عما هي عليه في أصل المادة للحصول على المواد الجديدة، مع إمكانية تلافي الخصائص السلبية لبعض المواد وإضافة خصائص تُضاعف من كفاءة أدائها فيُطلق عليها المواد الذكية " Smart Materials" وهي المواد التي تتغير للتجاوب مع البيئة المُحيطة فأصبحت بعضها تحتوي على حاسبات صغيرة "Tiny Computers" يُمكنها إرسال إشارات، والطِلاء الذي يُنذر بتسرُب غاز أو عيب كهربائي، والطِلاء الذي يُقاوم المَيكروبات والأوساخ ..إلخ.

وقد قامت تقنية النانو في مجال العِمارة بتطوير مواد التشطيب كالطِلاءات والزجاج والمواد السيراميكية والأخشاب والرخام والقواطيع ومواد اللياسة، وجعلها أكثر كفاءة وأقل تكلفة ولتتفاعل مع كافة الظروف المُحيطة، لتُحقق إحتياجات المباني من تنظيف ذاتي وتنقية للهواء وحماية من البكتيريا وحماية من أشعة الشمس وعزل للحرارة ومُقاومة للضباب وللحريق..إلخ، مما يُكسب هذه المباني عُمر إفتراضي أطول ورفع كفاءتها وتحسين جودتها لتكون موفرة للطاقة ولتكلفة التشغيل وصديقة للبيئة، ويوضح الجدول (1) أهداف تقنية النانو في العِمارة:

م	أهداف تقنية النانو في العِمارة
١	الحصول على مبنى ذاتي التنظيف.
٢	الحصول على مبنى يتحكم في درجات الحرارة والرطوبة حسب الظروف المناخية.
٣	الحصول على مبنى خفيف الوزن وأكثر قوة ويُقاوم التشقُقات ويُراقب الأعطال والأضرار ويصلحها ذاتياً.
٤	الإتجاه نحو تفعيل "صفر الطاقة".
٥	تقليل مُتطلبات إستهلاك الطاقة والحد من التقشف.
٦	المُحافظة على سلامة النظام البيئي من خلال التقليل من كمية إنبعاثات غاز ثاني أُكسيد الكربون.

7- دراسة تحليلية لمباني مُستشفيات عالمية إستخدمت تقنية النانو في عناصر تصميمها الخارجية والداخلية:

إهتمت العديد من دول العالم وخاصةً ألمانيا بتطبيق تقنية النانو على مباني المُستشفيات لِما لها من قُدرة عالية على خفض إستهلاك الطاقة وأعمال الصيانة، ولذلك فإننا سنقوم بعمل دراسة تحليلية لعدد من المُستشفيات العالمية التي إعتمدت على إستخدام مواد تشطيب مُطورة بتقنية النانو في بعض عناصر تصميمها الخارجية والداخلية، ومعرفة مدى تأثيرها الإيجابي على تكلفة التشغيل.

7-1 مُستشفى چيا جونزاليس التخصُصي:

جدول (2) يوضح بيانات بُرج مُستشفى چيا جونزاليس التخصُصي.

المعماري	German team of designers from Elegant Embellishments Company
المُصنع	Elegant Embellishments, Germany
الموقع	مكسيكو سيتي – المكسيك
الإفتتاح	٢٠١٣
مُسطح الألواح	٢٥٠٠م٢
العنصر التصميمي	الواجهات الخارجية
التقنية/ المادة	تنقية الهواء والتنظيف الذاتي بإستخدام ألواح مُكونة من الأسمنت وثاني أكسيد التيتانيوم

شكل (1) يوضح مشروع مُستشفى چيا جونزاليس التخصصي وواجهاته المُستخدم فيها ألواح (GRC) ذات تقنية تنقية الهواء.

شـكل (2) يوضـح الغلاف الخارجي للواجهة الرئيسـية المُكون من الواح (GRC) أثناء تركيبه.

وصف المبنى والتقنيات المُستخدمة:

تُعد مكسيكو سيتي من أكثر مُدن العالم إرتفاعاً لنسب تلوث الهواء (الدُخان الأسـود) بها، وبُناءاً على ذلك فقد تم تصـميم الواجهة الرئيسـية لمُسـتشـفى چيا جونزاليس التخصُـصـي الموضـحة في الشـكل للحد من تأثير التلوثات.

حيث تم تغطية الواجهة بغُلاف أنيق يتكون من ألواح (GRC) والتي تحتوي على الأسمنت وثاني أُكسيد التيتانيوم تم تصميمها خصيصاً لهذا السـبب، فهذه الألواح التي قامت بإنتاجها شـركة "Elegant Embellishments" في برلين– ألمانيا؛ مُغطاه بطبقة كثيفة من ثاني أُكسيد التيتانيوم TiO_2 تعمل كعامل مُحفز على التفاعلات الكيميائية عند تعرضها لأشعة الشمس، فعندما تُلامس ألواح (GRC) الموضحة في الشكل أشعة الشمس يُستثار التفاعل الكيميائي ويُحول أكاسيد النيتروجين الأحادية إلى مواد أقل ضررًا مثل نترات الكالسيوم والماء تذوب على الجدران عند سقوط الأمطار.

والرائع هُنا أن ثاني أكُسيد التيتانيوم لا تضعف فعاليته بمرور الوقت، وتمتد هذه الألواح على الواجهة لأكثر من ١٠٠متر، ولها القُدرة على الحد من تأثير التلوثات من خلال التعرض المباشر للشمس وإعطاء تشكيل جمالي فريد، وتُعتبر مادة ثاني أكسـيد التيتانيوم هامة جداً لأنها تمتلك القدرة على التنظيف الذاتي للأسطح، والتخلُص من المياه بإستخدام خاصية "super hydrophilic" التي تتكون على سطح الخرسانة والمُحافظة على مظهر الشكل الخارجي للمباني.

<u>النتيجة: توفير البيئة الصحية والحد من تأثير التلوثات، مع تقليل أعمال التنظيف والمواد الكيميائية المُستخدمة، وبالتالي تقليل تكاليف التشغيل.</u>

2-7 مُستشفى في جوسلار – (غُرف العمليات):

جدول (3) يوضح بيانات مشروع "غرف عمليات بمُستشفى في جوسلار".

المعماري	Schweitzer + Partner, Braunschweig
العميل	Harz Clinics, Goslar
المُصنع	Agrob Buchtal Architectural Ceramic, Deutsche Steinzeug AG
الموقع	جوسلار – ألمانيا
الإفتتاح	٢٠٠٥
العنصر التصميمي	الحوائط الداخلية
التقنية/ المادة	وحدات من السيراميك تحتوي على أسطح ذات تحفيز ضوئي ومُضادة للبكتيريا. The ceramic units contain photocatalysis "Tio_2" coating and anti-bacterial

وصف المبنى والتقنيات المُستخدمة :

تم تشطيب جميع حوائط غُرف العمليات وغُرف المرضى والممرات في هذه المُستشفى بوحدات سيراميكية ذات تحفيز ضوئي ومُضادة للبكتيريا، كما هو موضـح بالشـكل، وقد ذهب المعماريون إلى تقليل الفواصـل بين البلاط السيراميكي وتقليل نقاط الضعف التي تتجمع فيها البكتيريا والفطريات وطِلاءها بطِلاء نانوي مُضاد للبكتيريا.

شـكل (3) يوضـح الوحدات السـيراميكية المُسـتخدمة ذات التنظيف الذاتي والحماية من البكتيريا.

<u>النتيجة: الحد من إنتشار العدوى والتقليل من المخاطر وخاصة في غُرف العمليات، وتسهيل أعمال الصيانة وتقليل تكاليفها إلى أدنى حد.</u>

3-7 مُستشفى في برلين – (غُرف العمليات):

جدول (4) يوضح بيانات مشروع "مُستشفى في برلين".

المعماري	Hahne Architekten, Berlin,Germany
المُصنع	Agrob Buchtal Architectural Ceramic, Deutsche Steinzeug AG
الموقع	برلين – ألمانيا
الإفتتاح	٢٠٠٣
العنصر التصميمي	الحوائط الداخلية
التقنية/ المادة	وحدات من السيراميك تحتوي على أسطح ذات تحفيز ضوئي ومُضادة للبكتيريا The ceramic units contain Photocatalysis "TiO_2" coating and anti-bacterial

شـــكل (4) يوضـــح حوائط إحدى غُرف العمليات والتي إســـتخدم فيها السيراميك المُعالج بتقنية النانو ضد البكتيريا والميكروبات.

وصف المبنى والتقنيات المُستخدمة:

إســتُخدم في حوائط غُرف العمليات الكُبرى في هذه المُســتشــفى ألواح من السـيراميك المُعالج بتقنية النانو، كما هو موضـح بالشـكل، حيث تعمل على إذالة البكتيريا والفطريات والميكروبات المُتواجدة على الأسطح جراء مُلامسة المرضى لها، مما يوفر بيئة داخلية صحية للمرضى والأطباء.

<u>النتيجة: الحد من إنتشـــار العدوى والتقليل من المخاطر، كما تعمل على تخفيض إستعمال المُنظفات الكيميائية وبالتالي تخفيض تكاليف الصيانة، وأيضاً تعمل على العزل الحراري وتقليل إستهلاك الطاقة.</u>

4-7 مُستشفى "LIV" في أنقره – (غُرف المرضى):

جدول (5) يوضح بيانات مشروع " مُستشفى "LIV" في أنقره ".

المعماري	Fom Group Architects
الموقع	أنقره – تركيا
الإفتتاح	2013
المساحة	25000 م^2
العنصر التصميمي	الأرضيات والحوائط
التقنية/ المادة	سهولة التنظيف وتنقية الهواء، مُقاومة البكتيريا

شكل (5) يوضح مُستشفى "LIV" الواقعة في العاصمة التركية أنقره

وصف المبنى والتقنيات المُستخدمة :

إســتُخدم في حوائط غُرف العمليات الكُبرى في هذه المُســتشــفى ألواح من الســيراميك المُعالج بتقنية النانو، حيث تعمل على إذالة البكتيريا والفطريات والميكروبات المُتواجدة على الأسطح جراء مُلامسة المرضى لها، مما يوفر بيئة داخلية صحية للمرضى والأطباء.

شكل (6) يوضح غرفة مريض والأرضية الڤينيل الخاصة بها والمُعالجة بطِلاء يعمل على سهولة التنظيف وتنقية الهواء، والحوائط الخاصة بها والمُعالجة بطِلاء مُضاد للبكتيريا.

وقد إعتمد المعماري في تصـــميمه لغُرف المرضـــى على مواد تقنية النانو، وذلك من أجل توفير بيئة صـحية للمرضـى والموظفين والزوار وتوفير أعلى درجات السـلامة والأمان، حيث إسـتخُدم في الأرضـيات الڤينيل طِلاء يعمل على التحفيز الذاتي لتسـهيل عملية التنظيف وتنقية الهواء، كما تم إسـتخدام طِلاء مُضاد للبكتيريا في الحوائط لتوفير البيئة الصحية.

النتيجة: توفير البيئة الصـــحية والحد من إنتشـــار العدوى، وتخفيض تكاليف الصيانة والتنظيف.

النتائج:

1- تُمكن تقنية النانو من الحصـول على مواد ذات خواص جديدة تُسـاعدها على الصـــمود أمام الظروف المناخية المُختلفة، وبالتالي تُحقق هذه التقنية وتطبيقاتها نجاحاً كبيراً في تقليل إســـتهلاك الطاقة وأعمال الصيانة وبالتالي تقليل تكلفة التشغيل في مجال العِمارة.

2- إنخفاض أعمال الصـيانة وإسـتهلاك الطاقة في جميع المباني العالمية التي تم تحليلها نتيجةً لإعتمادها على إسـتخدام مادة أو أكثر من مواد تقنية النانو في عناصر تصميمها الخارجية أو الداخلية.

3- وفرت تقنية النانو مواد ساعدت المعمارى على التفكير وتناسق اختيار المواد فى الواجهـات الخـارجيـة لإتزان الشـــكـل الخـارجى مع الوسط المحيط .

4- تؤثر مواد تقنية النانو بشكل إيجابي كبير على المُنتج المعماري حيث أنها تعمل على توفير تكلفة التشـغيل من أعمال صـيانة وإسـتهلاك طـاقـة، كمـا تعمـل على زيـادة دورة حيـاة هـذا المُنتج وتُحـافظ على جماليته.

المراجع:

1- JEREMY J RAMSDEN, "**Applied Nanotechnology: The conversion of Results to products**", 2 Edition, Elsevier Inc, USA, 2014.
2- **What's nanotechnology**. http://www.nano.org.uk/whatis.htm.
3- Ritter, A, "**Smart Materials in architecture, interior architecture, and design**", Springer Science & Business Media, Birkhäuser, Berlin, Germany, 2007.
4- Srinivsan, Pooja. "**Biomimicry in Architecture-A Mindful Imitation of Nature**" PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology 17.9, 2020, P. 7496-7518.
5- Sylvia Leydecker, "**Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**", Translation: Julian Reisenberger, Weimar, Berlin, 2010, P. 168.
6- Enrico Eracolani, "**Nano Materials for Architecture**", Department of Industrial Engineering, Mast Team, Rome, Italy, 2010, P. 53.
7- عُلا عُمر حربة، **"تطوير أبنية المستشفيات بالاعتماد على تقنية النانو في سورية"**، رسالة دكتوراه، كلية الهندسة، جامعة البعث، 2023، ص58.