Special Issue from: Visions for Future Cities: Innovations & Environmental Technologies Conference, (VFC2022), Cairo, Egypt, 24-25 September, 2022

مواد البناء الذكية نحو مباني بيئية صحية
(دراسة حالة: وحدة المرضي بالمستشفيات)

Smart Building Materials Towards Environmental Healthy Buildings - Case Study: Inpatient Unit in Hospitals

Assoc. Prof. Marwa Ahmed Kamer Al-Dawla
Assistant Professor Architecture Department Faculty of Engineering- Tanta University
marwaA.Kamer@f-eng.tanta.edu.eg

Eng.Nawal Nasser Shabaka
Master of Architecture, Tanta University Architect, owner of engineering construction office
nawal146658_pg@f-eng.tanta.edu.eg

Assoc. Prof. Mai Wahba Mohamed Madkour
Associate Professor of Architecture and Urban Design, Faculty of Engineering, Tanta University, Egypt
mai_madkour@f-eng.tanta.edu.eg

ملخص البحث :تعتبر البيئة الداخلية للمستشفيات محفز أساسي للشفاء فانتشار الأمراض والأوبئة في الآونة الأخيرة من أخطر الأمور التي أصبحت تهدد حياة الإنسان ، يهدف البحث إلي محاولة الوصول لتصميم بيئة داخلية يتم فيها ربط الأسس ومعايير التصميم بإستخدام المواد الذكية مع نظم الأتمتة والتكنولوجيا الحديثة لتوفير بيئة آمنة وصحية للمرضي.

ويتم تحقيق الهدف من خلال دراسة خصائص بعض المواد الذكية ومواد النانو التكنولوجية والمقارنة بين مزاياهم يتم تطبيق إستخدام الأنسب من حيث الأهمية كمواد بناء أو تشطيبات في وحدة المرضي بمباني المستشفيات لتوفير بيئة داخلية آمنه للمرضي والمخالطين لهم والتقليل من المخاطرالفيزيائية والكيميائية والملوثات والبكتريا والفيروسات التي تنتقل لداخل غرف المرضي والإنبعاثات الناتجة من بعض المواد المستخدمة وبذلك نتمكن من توفير بيئة علاجية صحية آمنه تساعد علي كونها عازل لنمو البكتريا وتقلل من المخاطر البيئية وبالتالي سلاح ضد انتقال العدوي.

فالدراسة تنقسم الى عدة محاور(المحور الاول) المستشفيات و وحده المرضى (المحور الثانى) دراسه المواد الذكية ومواد النانو وخصائصها و (المحور الثالث) دراسه أهم المواد المستخدمه من خلال تحليل وتطبيق نماذج لإستخدام المواد الذكية في المستشفيات.

Abstract: The internal environment of hospitals is a primary catalyst for recovery, as the spread of diseases and epidemics in recent times is one of the most dangerous things that have become a threat to human life. The research aims to try to design an internal environment in which the foundations and design standards are linked using smart materials with automation systems and modern technology to provide a safe and healthy environment for patients.

The goal is achieved by studying the characteristics of some smart materials and nano-technological materials and comparing their advantages. The most appropriate use is applied in terms of importance as building materials or finishes in the patient unit in hospital buildings to provide a safe internal environment for patients and their contacts and reduce physical and chemical risks, pollutants, bacteria and viruses that are transmitted into rooms Patients and the emissions resulting from some of the materials used, thus we can provide a safe and healthy therapeutic environment that helps to be an insulator for bacterial growth and reduces environmental risks and thus a weapon against transmission of infection.

The study is divided into several axes (the first axis) hospitals and patients unit (the second axis) the study of smart materials and nanomaterial's and their properties and (the third axis) the study of the most important materials used through the analysis and application of models for the use of smart materials in hospitals.

مصطلحات البحث : مواد التشطيبات الذكية– وحدة المرضي – انتقال العدوي

I. مقدمة

الصحة هي التمتع بالعافية وتتخطي مفهوم الشفاء من الأمراض للوصول لهدف عدم نقل المرض للغير وتحقيق بيئة صحية سليمة خالية من الأمراض.

تتناول الدراسة توضيح اهمية توفير البيئة العلاجية للمرضي للشفاء من الامراض والتخلص من الالام ، لكن مع التطور التكنولوجي في اواخر القرن العشرين ظهرت الكثير من الامراض المرتبطة بالتلوث داخل مباني المستشفيات والبيئة المحيطة بها ، فالمريض معرض للاصابة بالعدوي من شخص اخر او مخالط للمرضي او من الاخطار الفيزيائية والكيميائية وتلوث المياه او الهواء وغيرها من المخاطر وكل هذا يعتبر سببا مناقضا عن الهدف الاساسي من إنشاء تلك المباني ، لذلك يجب تطور الفكر المعماري لتصميم بيئة امنة خالية من المخاطر.

فباستخدام المواد الذكية بوحدات الاقامة بالمستشفيات وأخذها في الاعتبار عند تصميم تلك المباني وفراغاتها بجانب نظم الاتمتة والتكنولوجيا الحديثة يعتبر أمرا ملحا لتحقيق السلامة للمرضي والمخالطين لهم والحد من المخاطر البيئية.

II. أهمية البحث

دور العماره في مواجهة التأثيرات والملوثات الخارجية للمباني وانتشار الاوبئة من خلال عمل دراسة لمواد البناء الذكية للواجهات الخارجية ومواد تشطيبات فراغات الاسطح الداخلية التي تعمل بنظم الاتمتة لتوفير بيئة صحية داخل وحدات المرضي بالمستشفيات.

III. المشكلة

تؤثر ملوثات الغلاف الخارجي للمبني علي البيئة الداخليه لوحدات المرضي بالمستشفيات ويظهر ذلك في تلوث أسطح الفراغات ونمو الميكروبات والمواد الملوثه حيث تكون وسط مناسب لنقل وانتشار وتكاثر أنواع مختلفة من الميكروبات.

لذلك...فإن إستخدام المواد الذكية يتفادي العيوب والمشاكل ويعالج كثير من المؤثرات الخارجية ويقلل الملوثات لتوفير راحة للمرضي وتقليل فرص انتقال العدوي وتوفيربيئة صحيه لهم.

IV. الغاية من البحث

التقنيات الذكية الحديثة يمكن أن تساهم للوصول الي مباني صحية ومستدامة، ولاستخدام المواد الذكية اثر كبير في تغيير التشكيل والصياغه المعماريه للمبني وخاصة الواجهات الخارجية من حيث الوظيفة والمردود الإقتصادي وتقليل تكلفة الصيانه والمساعدة في توفير الطاقة كما انها تحقق للمعمارين تصميمات مميزة ذات مظهر جمالي وتعالج المؤثرات الخارجية من تأثيرها علي البيئة الداخلية للمبني

بالاضافة الي ذلك دراسة خصائص المواد الذكية ذات التقنيات المناسب تطبيقها واستخدامها في وحدات الإقامة في المستشفيات للعمل علي إتاحة مناخ صحي امن ويقلل من فرص انتقال الامراض.

V. أهداف البحث

1- معالجة مشكلة تلوث أسطح الفراغات الداخلية لوحدة المرضي في مباني المستشفيات بما تشمله من (أجنحة المرضي و محطات التمريض و خدمات المرضي الداخليين) بإستخدام مواد وأنظمة ذكية مثل استخدام تكنولوجيا مواد ذكية مضادة للميكروب وتوفير فراغات معمارية صحية تساعد علي راحة المرضي وحمايتهم من الملوثات .
2- معرفة خصائص المواد الذكية ومواد النانو المستخدمة في بعض المباني ومدي إمكانية تطبيقها في مباني المستشفيات وتحديدا في وحدة المرضي لتوفير بيئة صحية للمرضي.
3- معرفة الجوانب المتأثرة بالتقنيات الذكية في المبني المستدام بشكل عام وتحديد دور وفاعلية مواد البناء الذكية علي الجانب الشكلي للواجهات الخارجية ومواد التشطيبات الداخلية بما يحقق الاستدامة .
4- معالجة غلاف المبني للحد من المؤثرات الخارجية والضوضاء و الاشعاع الشمسي والملوثات الضارة لزيادة جودة البيئة الداخلية.

VI. تعريف المستشفي الآمنة (Safe Hospital)

عرفت منظمة الصحة العالمية المستشفي الامنه بأنها مبني يقدم خدمات وعدة أنشطة تعمل بأقصى طاقتها مع نفس البنية التحتية قبل وأثناء وبعد تأثير حالات الطوارئ والمخاطر، واستمرار المستشفي تعتمد علي عدة عوامل وهى سلامة المبني والمعدات والأنظمة الحساسة وتوافر المستلزمات وقدرات إدارة الطوارئ والكوارث في المستشفي ولا سيما بالنسبة للاستجابة والتعافي من المخاطر التي قد تحدث.

وتركز الدراسة علي غرف الإقامة والتي تكون عادة أكثر من ٤٠% من مساحة المستشفي وميزانية البناء (1)

1.وحدة التمريض:

يعتبر حيز الوحدة التمريضية من أهم الفراغات التي يتعامل معها المرضي وعائلاتهم داخل المستشفي،ومخصصة لإقامة المرضي للتشخيص، والعلاج أو الرعاية بعد الجراحة.
وحدة التمريض العامة هي الوحدة الأساسية المكونة للمستشفي، وفئات المستعملين لوحدات التمريض هي -:المرضي - الزوار - العاملون وهم -الأطباء وطاقم التمريض والعمال. (1)

2. المعايير التصميمية للحد من انتقال العدوى بوحدات الإقامة بالمستشفيات

انتقال العدوى إلي مريض أثناء تواجده بالمستشفي هو أمر خطير يجب تجنب حدوثه تماما أو تقليل فرص حدوثه إلي الحد الأدنى. وقد أدي التطور الطبي والتكنولوجي إلي اكتشاف الكثير من الأمراض التي لها علاقة بالتلوث البيولوجي داخل المستشفيات ومن ثم كيفية القضاء عليها.
تصميم المستشفي هو عنصر أساسي من إستراتيجية مكافحة العدوى، لذا تصميم المستشفي يحتاج إلي النظر في فصل الغرف الملوثة والمناطق النظيفة، والتهوية الكافية، ومرافق التخزين، والإضاءة، وتصميم مناطق إقامة المرضي بما في ذلك عدد كاف من أحواض غسيل الأيدي والغرف الفردية ولنجاح برنامج جيد لمكافحة العدوى فمن المخطط الهيكلي للمستشفي يفضل ألا تزيد المستشفي العام عن ٢٥٠سرير. (1)

3. مصادر نقل العدوى

تنتقل العدوى من مصادر مختلفة (من إنسان إلي آخر – من الهواء – من الأدوات الملوثة – من الدم الملوث – الملابس والبياضات الملوثة ... الخ). (1)

4. أسس التصميم للحد من انتقال العدوي بوحدات الإقامة بالمستشفيات:

أمكن تحديد بعض أسباب حدوث تلوث ومنها عدم الفصل بين مسارات حركة المواد النظيفة والمواد الملوثة أو المخلفات، وعدم توافر أحواض غسيل بعد الكشف علي المريض، وقيام الأطباء وهيئة التمريض بإجراء الكشف والغيار في نفس غرفة الإقامة حيث لا يمكن التحكم في منع انتشار التلوث عبر الهواء أو البياضات والأغطية. (1)

VII. البيئة الداخلية للمشتشفيات

1. تعريف تصميم فراغات البيئة الداخلية للمستشفيات:

هو عبارة عن تصميم الفراغات الداخليه وتهيئته لتأدية الوظائف بأقل جهد ويشمل هذا (الارضيات والحوائط والاسقف والتجهيزات) أي أنه فن يعالج المساحات والفراغات بطريقة تستغل جميع عناصر التصميم علي نحو ابتكاري وتخطيطي بناء علي معطيات ومتطلبات معمارية وإخراجه لحيز الوجود وتنفيذه في الاماكن والفراغات حسب الغرض من الاستخدام باستخدام مواد البناء والتشطيبات الحديثة والمختلفه الألوان والمناسبة التكاليف والتي تتواءم وتعالج تلوثات البيئة المحيطة. وهو أيضا الادراك الواسع والوعي اللامحدود لكافة الامور المعمارية وتفاصيلها وخاصة الداخلية منها وللخامات وماهيتها وكيفية إستخدامها والمعرفة بعناصر الفرش وخاماته وتوزيعه في الفراغ الداخلي المناسب وكذلك عناصرالإضاءة وتوزيعها وتنسيقها اللازمة للفراغ حسب وظيفته. (1)

2. خصائص البيئة الداخلية:

1) الإضاءة
تعد الإضاءة عامل مهم جدا في الحد من خطر سقوط المرضي، فإذا قل مستوي الإضاءة عن الحد المطلوب فإنه من الممكن أن يؤدي لسقوط المريض. ويجب توافر الإضاءة الطبيعية والإضاءة الصناعية.
2) البيئة السمعية (الضوضاء)
زيادة مستويات الصوت في الليل عن القيم الموصي بها تعطل النوم أثناء الليل وبالتالي تزيد من النعاس في اليوم التالي.
3) التشطيبات
التشطيبات المعمارية هي العامل المساعد علي إظهار نسب وصفات الفراغ المعماري، كما أنها تلعب دور حيوي في مباني المستشفيات، ويمكن أن تساهم في إنشاء بيئة علاجية آمنة من المخاطر .
- يجب أن تكون الأرضيات والحوائط ذات أسطح مستوية ومن مواد تشطيب بدون فواصل ما أمكن.
- يجب اختيار مواد التشطيب بعناية بحيث لا تسبب ارتباك للمريض (كالتناقض الشديد في الألوان
والملمس حيث يسبب ارتباك للمريض(، وأن تكون مقاومة للانزلاق، ومقاومة للاشتعال والمواد الكيميائية، ومقاومة للضوضاء، ومقاومة لنقل العدوى والجراثيم، وقابلة للتنظيف بسهولة.(1)

معايير تصميم البيئة الداخلية لتحقيق السلامة البيئية:

1) الاضاءة (طبيعية – صناعية)
2) النهوية (طبيعية – صناعية)
3) مواد التشطيبات (الارضيات والوزرات – الأسقف – الفواصل – الحوائط بما تشمله من فتحات للابواب والشبابيك)

4) العناصر التكميلية والمؤثرة في السلامة البيئية (الاثاث – نظام استدعاء الممرضات – العلامات الارشادية) (2)

التشطيبات الداخلية للمستشفيات

التشطيبات المعمارية هي العامل المساعد علي إظهار نسب وصفات الفراغ المعماري، كما أنها تلعب دور حيوي في مباني المستشفيات، ويمكن أن تساهم في إنشاء بيئة علاجية آمنة من المخاطر فتساعد علي كونها عازل لنمو البكتريا وبالتالي سلاح ضد انتقال العدوى .

تغلق النوافذ ويوضع نظم تصفية علي مآخذ الهواء للحماية من الملوثات المحتملة بالهواء الخارجي الداخل للمستشفي ومع ذلك نجد ملوثات داخلية حيث تتدفق المواد الكيميائية السامة من مواد البناء ومواد التشطيبات والأثاث والستائر والمعدات الطبية والمواد المستخدمة للتنظيف والصيانة لذا يجب الاهتمام باستخدام مواد التشطيبات الصديقة للبيئة والمستدامة لخلق منتجات أكثر أمانا وصحة، والتي تتميز بعدة خصائص، منها علي سبيل المثال: ألا يتسبب من استخدام هذه المواد ضررا، ألا تشوه الطابع البيئي، ألا تسبب ضررا علي الصحة العامة مثل المواد المحرم استعمالها كالسلاقون والاسبستوس وغيره، والبعد قدر الإمكان عن استخدام المواد عالية الاستهلاك للطاقة. (3)

بعض المشاكل المتواجدة داخل بعض المستشفيات المصرية:

1) زيادة عدد الأسرة في العنابر عن الأعداد المحددة في التصميمات الهندسية وتحويل غرف فردية الي غرف مزدوجة او يتم وضع بها ثلاث أسرة وهذا يخالف معايير التصميم والخصوصية.
2) تغيير استخدام بعض الفراغات وتحويلها لاستخدامات أخري مثل تحويل غرفة نفايات الي غرف تمريض مثلا.
3) عدم وجود غرف عزل في كثير من المستشفيات.
4) انعدام رؤية الممرضات للمرضي وعدم توفير مساحات مخصصة للزوار داخل غرف المرضي الفردية أو العنابر.
5) عدم احتواء غرف المرضي علي أحواض لغسيل الأيدي.
6) عدم وجود محطة تمريض بجوار مدخل الوحدة.
7) عدم وضوح رؤية المريض لباب الحمام.
8) عدم توافر حمامات للمرضي في بعض العنابر إلا بعد مسافات كبيرة.
9) عدم وجود وسائل تحكم في درجة فتح النوافذ القابله للفتح في وحدة الإقامة وأطر النوافذ غير محكمة التثبيت وتسمح بتسرب الهواء والملوثات الخارجية الي داخل غرف المرضي.
10) عدم توافر التهوية الصناعية بجانب الطبيعية في معظم غرف المرضي في معظم المستشفيات الحكومية والعامة.
11) عدم إشتمال وحدات التمريض علي مخزن لأدوات التنظيف وعدم توافر غرفة نفايات وملوثات.
12) استخدام تشطيبات غيرمناسبة للأرضيات بحيث تكون سهلة التنظيف ومانعة للتلوث والفطريات ولا تتأثر بمواد التطهير.
13) وجود لحامات وفواصل بين الأرضيات والحوائط تساعد علي وجود البكتريا والميكروبات وتؤدي الي انتقال العدوي.
14) إستخدام مواد للتشطيبات والدهانات تنبعث منها مواد كيميائية خطيرة.
15) عدم لحام الفواصل التي تؤدي الي تراكم الاوساخ والمسببة للاضرار الناجمه عن تسريب المياه.
16) عدم مراعاة أن تكون أركان إتصال الوزرات بالحوائط دائرية وبالتالي يؤدي إلي تراكم الأوساخ ويصعب تطهيرها وتنظيفها لأنها تكون غير محكمة الغلق مع الأرضيات.
17) عدم توافر مصدات جانبية علي الحوائط بارتفاع مناسب لإرتفاع الترولي والاسرة للوقاية من الصدمات.
18) عدم تشطيب الاسقف بمواد تشطيب قابلة للتنظيف.
19) المواد التي تصنع منها الأبواب لا تتحمل الخدمة الشاقة وليست من مواد سهلة التنظيف.
20) مقابض الأبواب مصدر أساسي لنمو البكتريا.
21) إستخدام السجاد او الموكيت في وحدات الإقامة يؤدي الي تجمع الميكروبات والفطريات.
22) الستائر مصدر أساسي لتجمع البكتريا والفطريات بين المرضي وسبب كبير لانتشار المرض وانتقال العدوي في العنابر.
23) جميع المواد المستخدمة في الإنشاء تطلق غازات ضارة عند تعرضها للحرارة.
24) مواد التشطيبات والبناء غير مقاومة للحريق.
25) الضوضاء وما يسببه من قلق للمرضي.
26) عدم توافر التهوية والإضاءة الطبيعية لكل الفراغات بالمستشفي.
27) عدم وجود أنظمة استدعاء لهيئة التمريض. (1)

بعض الاشتراطات الواجب مراعاتها في اختيار مواد التشطيبات الملائمة التي تقلل من انتشار العدوي في المستشفيات :

1- الأرضيات والحوائط ذات أسطح مستوية ومن مواد تشطيب بدون فواصل.
2- يجب أن تكون مواد التشطيب من مواد سهلة التنظيف ولا تتأثر بمواد التطهير ومانعة لتكوين الفطريات وتتحمل الخدمة الشاقة، وأن يسهل صيانتها وإصلاحها واستبدالها لتكون دائما في حالة جيدة.
3- يجب لحام جميع الفواصل لمنع تراكم الأوساخ ولمنع الأضرار الناجمة عن تسرب المياه .
4- يجب أن تكون أركان اتصال الوزرات بالأرضيات بالحوائط دائرية مانعة لتراكم الأوساخ وتكون سهلة التنظيف والتبخير والتطهير ومحكمة الغلق ملحومة مع الأرضيات.
5- الخشب والأرضيات مع الوصلات الغير محكمة الغلق من الصعب أن تبقي نظيفة ويجب تجنبها .
6- يجب أن يكون تلاقي الحوائط مع بعضها دائري لمنع تراكم أية أوساخ ولسهولة التنظيف والغسيل، وينبغي الحفاظ عليها خالية من الشق .
7- يجب تجنب استخدام السجاد لأنه من الصعب الحفاظ عليه نظيفا ومن الممكن أن يكون مستودعا للعدوى وينبغي أن يخضع لبرنامج التنظيف بالبخار والذي يمكن أن يكون مكلفا .
8- أيضا الستائر تعد مخزن للميكروبات المعدية وينبغي تجنب استخدامها إن أمكن، ولكنها تستخدم إذا كانت مطلوبة لخصوصية المريض وعندئذ يجب أن تكون مقاومة لإرتفاع درجات الحرارة العادية وقابلة لإجراءات الغسيل والتنظيف وتطهيرها للحد من انتشار العدوى ولا بد من الوصول للتركيبات والتجهيزات بسهولة للتنظيف، وينصح باستخدام الستائر المغلفة المضادة للبكتريا.
9- جميع أنواع الستائر المستخدمة يجب أن تتحمل عمليات الغسيل والتطهير تحت درجة حرارة 71°c لمدة ثلاث دقائق أو 65°c لمدة عشر دقائق، ولا ينصح بالستائر المعدنية .
10- عند اختيار أي أعمال فنية يجب طلب المشورة من فريق مكافحة العدوى عن مدي صلاحية جميع الأعمال الفنية المقترحة في الوحدات والنظر بعناية لسهولة التنظيف والتقليل من الغبار والحد من تراكم الملوثات والعدوى .
11- مقابض الأبواب ومفاتيح الإضاءة من أقوي عوامل انتشار العدوى، لذا فالتقنيات والأبحاث الحديثة توصي باستخدام النحاس بهم، فاستخدام النحاس يقلل من انتشار العدوى لأنه فعال في عدم بقاء البكتريا والجراثيم علي قيد الحياة مدة طويلة.
12- يجب توفر مسافة ٣,٨٠سم بين القضبان الداعمة للمرضي وبين الجدار للتطهير .
13- يجب أن تكون المواد المستخدمة في صناعة الأجهزة الصحية بالحمامات ملساء وغير منفذه للماء وغير ماصة ومقاومة لتراكم البكتريا والملوثات.(1)
14- يجب أن توضع صنابير تغذية المياه المستخدمة في أحواض الغسيل علي ارتفاعات مناسبة لغسل الأدوات دون حدوث أي تلامس لتجنب احتمالات تلوث عند الغسيل.
15- يجب أن تزود الأجهزة الصحية بحماية من التدفق العكسي وترسب الشوائب وتلوث مصدر المياه وانسداد فتحة التصريف.
16- يجب أن تسمح جميع التجهيزات والمعدات بالفراغ بسهولة التنظيف ولا تساعد علي تجميع الأتربة عليها أو تحتها.

17- يجب أن تكون الأرضيات والحوائط ذات أسطح مستوية ومن مواد تشطيب بدون فواصل ما أمكن مثل الفينيل و PVCأو دهانات الإيبوكسي الخاصة بالأرضيات كما ورد بالكود المصري بمركز البحوث

وهنا يوجد قصور بالكود المصري حيث يفضل استبعاد المواد والتشطيبات التي ثبت تأثيرها الضار علي الصحة وعلي البيئة ومن هذه المواد مادة البولي فينيل الكلوريدPVC
والفورمالدهيد والذي يستخدم كمادة لاصقة وأيضا اليوريا الملدنات التي يصنع منه الأثاث والستائر والأبواب والشيش والأرضيات حيث تنبعث منها مركبات عضوية متطايرة (غازات) وبالتالي له تأثير سلبي علي جودة الهواء .
لذلك يوصي العديد من الخبراء بأهمية استخدام المواد الطبيعية والدهانات التي تعتمد في تكوينها علي الزيوت الطبيعية كزيت بذرة الكتان أو القطن مع استبعاد الدهانات الكيماوية الحديثة والتي ينبعث منها مركبات عضوية متطايرة تضر بالصحة ، وعدم استخدام مواد تحتوي علي مكونات بها مواد سامة كالزئبق والذي يستخدم في معظم منتجات المستشفي وانبعاثاته تؤدي إلي تلوث الهواء أثناء عملية التشغيل، وتقليل استخدام الكادميوم والرصاص والنحاس، الاعتماد علي مصادر مستدامة}.
أصبح أول مسألة مثيرة للقلق لقطاع الرعاية الصحية في منتصف ١٩٩٠عندما أصدرت وكالة حماية البيئة الأمريكية EPAبيانات تظهر *أن محارق النفايات الطبية كانت واحدة من أكبر مصادر انبعاثات الديوكسين وهي مادة مسرطنة قوية* فتم إغلاق المحارق كرد فعل قوي في مجتمع الرعاية الصحية
وبدأ في الحد من استخدام PVC في المنتجات الطبية والتي تعتبر مصدر من الكلور والكلور عنصر ضروري في تكوين الديوكسين في المحارق.

منذ عام ١٩٩٦في الولايات المتحدة الأمريكية فهي في طليعة الجهود إلي تحويل قطاع الرعاية الصحية نحو أكثر أمنا وصحة ونفذت أول نظام المباني الخضراء للمستشفيات والدليل الأخضر للرعاية الصحية، وبدأ الانتقال إلي المواد الخضراء كالتحول من الفينيلPVC الأرضيات البلاستيكية إلي مواد الأرضيات الأخري مثل المطاط الصناعي والبولي إيثيلين PE والبولي بروبلين PP التي لا تحتوي علي مواد مضافة خطرة

19- يجب اختيار أنواع وألوان مواد التشطيب بعناية بحيث ألا تسبب ارتباك للمريض كالتناقض الشديد في الألوان والملمس حيث يسبب ارتباك للمريض، وأن تكون مقاومة للانزلاق، ومقاومة للاشتعال والمواد الكيميائية، ومقاومة للضوضاء، ومقاومة لنقل العدوى والجراثيم، وقابلة للتنظيف بسهولة .
20- ينصح باستخدام الابتكار التكنولوجي في التشطيبات علي سبيل المثال استخدام الطلاء المضاد للميكروبات باستخدام أيونات الفضة (1)

شكل (1-1) :يوضح اتصال الوزرات بالحوائط باستخدام الفينيل30 ,p20 ,Dero, Brigie (2014)

شكل (1-2) مثال غير جيد لتشطيب أرضيات عنبرللاقامة بمستشفي الأطفال جامعة المنصورة تشطيب الأرضيات بالبلاط موزايكو ويتضح من الصورة بوجود تكسير في البلاط وبالتالي نمو البكتريا عليه وبالتالي ارتفاع معدل نقل العدوى،بالإضافة بأنه غير ماص للصوت

Tamimi, Akrum and Carlino, Sheri and Gerba, Charles (2014) " Long-term efficacy of a self-disinfecting coating in an intensive care unit" American Journal of Infec3on Control 42, Elsevier Inc

صفات وخصائص مواد التشطيبات الحديثة والذكية

1- التنظيف الذاتي Self Cleaning : تكنولوجيا الأسطح تقلل من مسببات الامراض في بيئة المستشفيات ، فإستخدام التكنولوجيا الجديدة Surface ewiseهي الاولي من نوعها التي أثبتت فعالياتها في القدرة علي ذلك وهو طلاء غير مرئي طويل المدى مرتبط بالسطح وتشكيل الدرع الواقي الذي يخلق بيئة معادية مجهريه لمسببات الأمراض وهذا يجعل من الصعب علي الميكروبات المسببة للعدوي للبقاء وبالتالي السطح يعمل على تعقيم نفسه بنفسه لمكافحة العدوى وخلق بيئة أكثر أمنا وصحة *ولكن بمستشفيات مصر نجد أننا نحتاج الكثير في إعادة النظر لتطور وتقدم الغرف خاصة التشطيبات*
2- الوقاية من العدوي
3- مقاومتها للرطوبة
4- مقاومتها للحرائق
5- قليلة الانبعاثات
5- ماصة للصوت والضوضاء (1)
6- تراعي الناحية الجمالية

شكل (1-3): مثال جيد لتشطيب الأرضيات بغرفة الإقامة بمركز إم دي أندرسون للسرطان (هيوستن – تكساس- أمريكا) تم استخدام أرضيات HDF (عبارة عن طبقات اللامينيت المغطي بها السطح الداخلي يدخل في تكوينها مادة الألومنيوم مما يجعلها شديدة الصلابة ومقاومة للاحتكاك والخدش ، معالج ضد المياه ومقاوم للرطوبة وسهل التنظيف ومقاوم للأحماض والبقع والحرارة والحريق والكيماويات وامن ضد خطر الانزلاق مما يحقق الامن والسلامة (عبده ، هبه محمد أحمد 2012 " تأقير الاحتياجات الإنسانية علي معايير التصميم الداخلي بمراكز علاج الأورام " رسالة ماجستير كلية الهندية جامعة المنصورة ص 116)

الأرضيات والوزرات:

يجب أن يكون تشطيب الأرضيات من مواد سهلة التنظيف ولا تتأثر بمواد التطهير ومانعة لتكوين الفطريات وتتحمل الخدمة الشاقة ومانعة للانزلاق، وأن يسهل صيانتها وإ صلاحها وإستبدالها لتكون دائما في حالة جيدة.
يجب لحام جميع الفواصل لمنع تراكم الأوساخ ولمنع الأضرار الناجمة عن تسرب المياه.
يجب عدم استعمال السجاد والموكيت بوحدرات الاقامه.
يجب أن تكون أركان اتصال الوزرات بالارضيات بالحوائط دائرية مانعة لتراكم الأوساخ وتكون سهلة التنظيف والتبخير والتطهير ومحكمة الغلق ملحومة مع الارضيات الخشب والأرضيات مع الوصلات غير محكمة الغلق من الصعب أن تبقي نظيفة ويجب تجنبها .

يوضح شكل (1-1) اتصال الوزرات بالحوائط باستخدام الفينيل.

يجب أن تتمتع تشطيبات الأرضيات في غرف العزل بالخواص التالية:-

1- تسهل حركة المعدات الثقيلة عليها بسلاسة
2- يسهل تنظيفها وصيانتها
3- تحمل الخدمة الشاقة
4- خالية من الفواصل لمنع نمو البكتريا(1)

الحوائط في وحدات الإقامة:

يجب أن تكون مواد تشطيب الحوائط قابلة للغسيل والتنظيف وأن يكون تلاقي الحوائط مع بعضها دائري لمنع تراكم أية أوساخ ولسهولة التنظيف والغسيل، وينبغي الحفاظ عليه خالية من الشقوق، وينبغي أن تكون قادرة علي تحمل التنظيف بالمنظفات والمطهرات.

شكل (1-4) يوضح طريقة تركيب مصدات رأسية عند تلاقي الحوائط واستخدام القضبان الداعمة في الطرقات ، في الشكل المقابل تم استخدام الفولاذ المقاوم للصدأ حيث يمتاز بمنع انتقال البكتريا وسهولة التنظيف ومنخفض الصيانة مع صيانة طويلة العمر
Swinney, Marlene and Iuss N and S task Group (2014), p30

فـي غـرف العنايـة المركـزة:

يجـب تـوفير حمايـة لأركـان الحـوائط وكـذلك مصـدات جانبيـة علـي الحـوائط بارتفـاع مكـافئ لارتفـاع الترولـي والأسـرة للوقايـة مـن الصـدمات ويفضـل اسـتخدام دهانـات من الإيبوكسي المقاوم للبكتريا وسهلة للغسيل والصيانة.

في غرف العزل:

يجب مراعاة أن يكون تشطيب حوائط الغرفة من مواد مانعة لنمو البكتريا وسهلة التنظيف مثل الدهانات الإيبوكسية المقاوم لتكوين البكتريا.
- يراعي تركيب مصدات طولية أفقية من مواد مناسبة علي جوانب الطرقات وبعض الحجرات وعلي ارتفاعات مناسبة (80- 100) سم لحماية هذه الجوانب من مرور أسرة ونقالات المرضي وأية أجهزة متحركة.
- يراعي تركيب زوايا (مصدات) رأسية من مواد مناسبة علي أركان تلاقي الحوائط خصوصا في الحجرات.(1)

الأسقف:

جميع الأسقف الظاهرة سواء المعلقة أو غيرها يجب إستخدام مواد تشطيب قابلة للتنظيف بمعدات التنظيف المستخدمة من العاملين بقسم النظافة بالمستشفي.
- يجب أن تكون الأسقف المعلقة في غرف العزل والغرف المعقمة ممتدة من الحائط إلي الحائط بدون أي فواصل كلما أمكن أو وصلات مفتوحة تسمح بتجميع الأوساخ بها أو مرور جزيئات ترابية من خلالها. يجب أن يكون تثبيت وحدات الإضاءة بتلك الغرف غاطسة وبإحكام وتجانس مع أسطح الأسقف لمنع تسرب الغبار
يجب استعمال أسقف معلقة معدنية مثل الألمونيوم أو الصاج المعالج أو الألواح الجبسية في العناية المركزة لامتصاص الصوت علي أن تكون من نوعية مقاومة للبكتريا، أما وحدات الإقامة فمن الممكن استخدام أسقف معلقة من مواد مصنعة من مواد عضوية أو ألياف صناعية مثل أرمستروتج أو ما يماثله.

وقد ذكـرت الأبحـاث بـأن البلاطـات الماصـة للصـوت عاليـة الأداء أدت إلـي انخفـاض مسـتويات الضجيج وأصبح نوم المرضي أفضل كما هو موضح بالشكل (5-1)

شكل (1-5) يوضح إستخدام بلاطات السقف الماصة للصوت بمستشفي ميثوديث برونسون في كالامازو ، ميتشغان
http://www.hospitalinfrabiz.com/top-10-evidence-based-design-features-that-improve-healthcareoutcomes.html (Oct 2015

العمارة الذكية

منظومة "العمارة الذكية" فكرة المبني الذكي أنه ليس ذكيا بذاته ولكنه يجعل استخدام المبني ذكي من خلال دعم التواصل بين أنظمة المبني بما فيها من تكييف وتهوية وأنظمة الأمن و الحراسة الخ..
بهدف تحقيق احتياجات مستخدمي المبني و زيادة الكفاءة الإنتاجية والعائد الإستثماري للمبني فى إطار الإستدامة .

التعريفات ركزت علي 3 نقاط اساسية و هى:

- الجانب التكنولوجي.
- تفاعل المستخدم مع المبني و العمل علي الأنظمة والخدمات لإدارة المبني وإحتياجاته.
- قدرة المبني علي التعلم وتعديل الأداء من ناحية الإشغال والبيئة الداخلية والغلاف الخارجي و التجهيزات ذات الصلة بالخارج (4)

المبني الذكي

هو المبنـي الـذي يجمـع بين الإبداع والتكنولوجيا والمهارة الإدارية لزيادة دخل المشروع لأقصي حد
وهو المبني الذي يوفر بيئة فعالة مستجيبة وذكية تزيد من فاعلية شاغليه و يسمح بالادارة الفعالة للموارد بأقل تكلفة
هو المبنى الذي يحقق مجموعة أهداف ضرورية ، "البعد الاجتماعي" و يتمثل في تحسين البيئة الداخلية لشاغلى المبنى و جودة البيئة الداخلية ، و " البعد التكنولوجي" و يتمثل في استخدام التقنيات الحديثة و النظم التكنولوجية المتطورة لخدمة المبنى

المواد الذكية

عرفها أكسيل ريتيل Ritter Axel : علي انها المواد والمنتجات التي تمتلك صفات متغيرة وقادرة علي التغير الإنعكاسي في الشكل واللون كإستجابة للتأثيرات الكيميائية أو الفيزيائية وبشكل متكرر وأحيانا توصف بأنها مواد متكيفة إذ أنها المواد التي تمتلك القابلية علي استلام المعلومات التي تسببها المحفزات الخارجية ونقلها واتخاذ الإستجابة المناسبة لها وأن هذه المواد لها القدرة علي تحسس الأحداث البيئية والإستجابة لها أي بمعني اخر أنها قادرة علي التغير في لونها،شكلها أو طاقتها الداخلية فهي مواد متغيرة في الصفات اعتمادا علي المؤثر الخارجي (التغير في الضوء ، الحرارة ....الخ) وهو تغير انعكاسي يزول بزوال المؤثر ، وتكون العملية متكررة ويمكن الاستفادة منها بتوظيف هذا التغير في التطبيق المناسب له في العماره. (5)

تصنف مواد البناء الذكية المناسبة للمعالجات البيئية تبعا لمعيار (المحفز ، الاستجابه) فيما يلي:-

1)المواد الذكية القادرة علي تغيير الخصائص:

هي المواد القادرة علي الاستجابة للتغيرات البيئية بتغيير خصائصها حسب نوع المادة ويكون تغييرها إستجابة للتغيير في واحد أو أكثر من العوامل البيئية مثل تغير درجة الحرارة ، تغير شدة الإشعاع الشمسي أو مرور تيار كهربائي من خلالها ....الخ
وقد تمتلك هذه المواد أكثر من خاصية في التغيير ومن أنواع هذه المواد :

أ- المواد الذكية اللونية / الضوئية Photochromic :

هي مواد تغير لونها أو شفافيتها اعتمادا علي شدة الضوء وتعد هذه المواد ذات أهمية لدي المعماريين المعاصرين فبالرغم أن بدايات إستخدامها كانت لأغراض جمالية بسبب (تغير لونها) إعتمادا علي شدة الضوء المحيط لكن فوائدها في تقليل استهلاك المبني للطاقة غطي علي الناحية الجمالية مما تسبب في تزايد إستخدامها في الزجاج لغرض التحكم في الإشعاع الشمسي الداخل إلي المبني عبر الواجهات ومن أنواعها:

* المواد الذكية اللونية / الحرارية Thermochromics :
وهي المواد الي تغير لونها او شفافيتها بسبب تغير انتظامها تبعا لتغير درجة الحرارة.
* المواد الذكية اللونية / الكهربائية Electrochromics :
وهي المواد التي تغير لونها تبعا لتعرضها لتيار كهربائي من الصفاء الي الإعتام تستخدم في النوافذ لغرض التحكم في الإشعاع الشمسي الداخل إلي المبني. (5)
* المواد الذكية المسماه بالكريستال السائل Liquid Crystal :
وهي مواد ذكية تستخدم في أغراض التحكم في العزل الحراري أو تخزين الحرارة في الواجهات وهي حالة وسطية بين مواد الكريستال الصلدة والمواد السائلة المستجيبة لمرور التيار الكهربائي فحين يتم فصل التيار الكهربائي فإن دقائق الكريستال تتحرك بعشوائية مسببة حجب 90% من الأشعه الماره خلالها وحين يتم تشغيل التيار الكهربائي فإنها تنتظم وتسمح بمرور الضوء خلالها.
* المواد الذكية ذات الدقائق المعلقة Suspended Particles: وهي المواد التي تغير شفافيتها بمرور التيار الكهربائي(5)

ب- المواد الذكية المتذكرة للشكل Shape Memory:

هي المواد التي تغير شكلها تبعا لتغيرات البيئة المحيطة ، إذ يتغيرشكلها بتعرضها الي تغير (حراري ، كهربائي ،.....الخ) دون أن يكون هذا التغيير دائمي لأنها تتذكر شكلها الأصلي قبل التغيير وتعود إلي شكلها الأصلي بعد زوال المؤثر ومنها المعادن المتذكرة الشكل Alloys Shape Memory وهي تلك المواد التي في حالة تعرضها إلي مجال حراري وارتفعت درجة حرارة سطحها فإنها سيتغير شكلها بحيث تتحول إلي شكل معين تبعا لذلك ثم إذا انخفضت درجة حرارتها فإنها ستتذكر شكلها في تلك الدرجه ويمكن إستخدامها في الواجهات المتكيفة بهدف التحكم في الإشعاع الشمسي الداخل من خلال توظيف المواد الذكية في توفير الحركة النسبية للمواد في نظم سيطرة الواقيات الشمسية. (5)

ج - المواد الذكية المتغيرة الطور Phase Changing:

وهي المواد التي تنصهر أو تتحول إلي الحالة الصلدة في درجة حرارة معينة وتكون قادرة علي تخزين وتحرير الطاقة إعتمادا علي حالة صلابة وسيولة المادة ويمكن الإستفادة منها في خزن كمية الحرارة الداخلة للمبني وحماية الفضاء الداخلي مما ينفع في تقليل إستهلاك الطاقة اللازمة لتكييف المباني
ومن أهم عوائق إستخدامها هو ضمان عدم تسرب المادة عند تحويلها الي الحالة الصلبة او الغازية
وهناك العديد من المواد المتغيرة الطور المستخدمة في إنتاج الألواح الزجاجية الخازنة للحرارة لإستخدامها في الواجهات المعمارية مثل خليط البرافين Mixture وخليط أملاح الهيدرات Salt Hydrrate وخليط السليكا تقوم هذه المواد بخزن الطاقة بأشكال متعددة ولكن خزن الطاقة بشكل كامن وحماية الواجهات من خطر الحريق.

2) المواد الذكية ذات القدرة على تحويل الطاقة:

هي المواد القادرة علي إستلام وتحويل الطاقة من نوع الي اخر، ومن منافعها في العماره تحسين كفاءة أنظمة الإضاءة والتحكم في كمية الحرارة الداخلة الي المبني.
كما تستخدم في أنظمة واقيات التظليل في الواجهات في متحسسات الضوء لأجل التحكم في الإشعاع الشمسي الداخل الي المبني خلال الغلاف وتحويل الطاقة من شكل الي اخر وتحسين كفاءة نظم التدفئة والتبريد والتهوية باستعمالها في المتحسسات الخاصة بهذه الأنظمة ومن أنواعها : المواد الفولتية / الضوئية Photovoltaics والتي تمتلك القدرة علي تحويل الطاقة الإشعاعية الي تيار كهربائي.

3) المواد الذكية ذات القدرة على الانعكاسية:

تمتلك القدرة علي التغير تبعا للمحفز الخارجي والعودة الي حالتها الأصلية بعد زوال المؤثر وفعلها انعكاسي إذ يعمل بالإتجاهين ومن أنواعها-:
- المواد الذكية / الاجهادية / الكهربية : تستجيب للتغيير في حجمها بتولد شحنة علي سطوحها والعكس صحيح.
فعند امرار تيار كهربائي خلالها فانه يحدث تغيير في شكلها.
- المواد الذكية الاجهادية / المغناطيسية : تستجيب للتغير في المجال المغناطيسي بصيغة تغير في الشكل او الأبعاد.
- المواد الذكية الاجهادية / الكهربائية : هي المواد التي حين تتعرض الي تغير في الفولتية فان التغير سيكون بالإزاحه في نفس الإتجاه وتستعمل في كثير من التطبيقات في تصميم التراكيب المظلله في الواجهات للتحكم في الإشعاع الشمسي الداخل الي المبني. (5)

الواجهة المتكيفة:

هي واجهات المبني التي توفر نظاما حاميا ذو خصائص ذاتية التنظيم بحيث تتحسس التغيرات التي تحدث في البيئه، وإتخاذ رد الفعل المناسب لذلك علاوة علي الإستجابة الي التغيرات في إحتياجات المستخدم في درجة الحرارة وتنظيم الإضاة تعني كلمة متكيف Adaptable في العمارة القابلية علي التغير كإستجابة للتغير في الظروف البيئية الداخلية و الخارجية وسلوك الساكن وادائية الغلاف المتوافقة مع حاجات المستخدم ولتوفير المتطلبات البيئية المرغوبة الملائمة في الوقت المناسب فهي واجهات مستجيبه بشكل ديناميكي للظروف البيئية المتغيره المحيطة بها بهدف توفير بيئة داخلية مريحة لشاغليها إذ أنها قادرة علي الإستجابة للتغيرات المطلوبة في البيئة الخارجية والداخلية بصورة ديناميكية .(5)

الواجهات الذكية Smart Facade :

تعرف الواجهة الذكية بأنها القادرة على توفيق نفسها ذاتيا لتزود بالإستجابة الحرارية المثالية لأي مجموعة معلومة من الأحوال المناخية الخارجية ومتطلبات الشاغلين والتوجيه ونوع المبنى. (6)

وظائف الواجهات الذكية :

تتميز الواجهات الذكية بمجموعة من الوظائف إضافة الي الوظائف التقليدية ومن هذه الوظائف مايلي :
- صمام حراري : يعمل علي مقاومة الحرارة وتنظيم تدفقها من وإلي خارج المبني.
- تصفية الإشعاعات : يسمح بدخول الأشعة ذات أطياف موجية محددة وفق الظروف البيئية الداخلية كما هو محدد له مسبقا.
- حاجز لمنع دخول الهواء: يسمح بدخول الهواء بشكل متعمد حسب البيئة الداخلية للمبني والظروف الخارجية كما يعمل كحاجز للمواد المحمولة جوا كالملوثات والروائح الكريهة.
- مجمع وموزع للطاقة : توجد أنظمة تعمل علي تجميع الطاقة الشمسية الحرارية لتحسين الاداء الحراري للمبني.
- التغير الديناميكي : حيث يتغير شكل الواجهة حسب البيئة الخارجية.

يعتبر تحقيق هذه الوظائف في المباني من التحديات الهندسية التي تواجه المصممين لضمان تحسين كفاءة أداء المبني. (6)

مميزات الواجهات الذكية :

تتميز الواجهات الذكية بمجموعه من الخصائص ومن أهمها:

1- القدرة علي تغيير خواصها الفيزيائية الحرارية الخاصة مثل النفاذية و الامتصاصية.
2- إمكانية تعديل لونها والتحكم بالشفافية من الداخل والخارج وكذلك إمكانية تعديل الملمس أيضا.
3- القدرة علي التظليل الميكانيكي والتحكم بكمية الإضاءة عن بعد.
4- أقل تكلفة تشغيلية من غيرها ويتحقق ذلك من خلال إستخدام المواد الذكية والتي تتغير خواصها وفقا البيئة المحيطة.
5- توفر عزل صوتي وذلك من خلال إستخدام مواد تعمل علي تشتيت الموجات الصوتية وإمتصاصها.

تحقق الواجهات الذكية نظام عزل حراري مناسب في الأجواء الحارة والباردة و تعمل علي توفير الطاقة وتقليل التلوث البيئي.

أنواع الولجهات الذكية :

تتعدد أنواع الواجهات الذكية حسب تصميمها والمواد المستخدمة فيها ومن أهم أنواعها

1) الواجهات المزدوجة Double Facade :-

تعد من التطورات المثيرة للإهتمام حيث أنها تعمل علي عزل الوظائف الداخلية وراء الواجهات المزدوجة ، ويتم الحصول علي واجهة مزدوجة عن طريق إضافة طبقة زجاجية خارج الواجهة لتوفير مباني ذات تهوية وعزل صوتي ومن أهم أنواع الواجهات المزدوجة :

- الواجهة ثنائية الطبقة Second – skin façade : عبارة عن طبقة زجاجية ثانية علي السطح الخارجي للمبني كله تتميز بالبساطة الفنية والهيكلية وتوفر إمكانيات قليلة للتحكم بالبيئة الداخلية

- واجهة الممرات الهوائية Corridor façade : تقسم بشكل أفقي وتستخدم فواصل عمودية للفصل بين الواجهة الداخلية والخارجية للحد من تدفق الهواء بشكل أفقي والحماية من الحرائق ولكن لا تحد من إنتشار الضوضاء

- الواجهات الصندوقية Shaft-box facade : تقسم إلي فتحات مربعة أو إلي أشكال أخري تعمل علي تبديل الهواء الداخلي بناء علي فرق الضغط وتمتد بشكل رأسي بين الطوابق لزيادة الكفاءة الحرارية

تعتمد الواجهات الذكية المزدوجة بمختلف أنواعها علي مبدأ وجود واجهة خارجية تعمل علي تبديل الهواء في الفراغ الداخلي وتوفير التهوية المناسبة. (6)

شكل (1-6) الواجهات ثنائية الطبقة
Maki & Associate.2012

شكل (1-7) واجهات الممرات الهوائية
Ghaffarianhoseini, Berardi,Makaremi& Ghaffarianhoseini,2012

شكل (1-8) الواجهة المزدوجة الصندوقية في نبتي الشرطة الجديد بمدريد
Building Live 2013

2) الواجهات التفاعلية Interactive facade:

تعتبر من ذروة التقنيات المختلفة في مجال الهندسة المعمارية، حيث تعمل علي الإستجابة للظروف البيئية المختلفة من خلال إدخال نهج تصميمي معقد مثل إستخدام زجاج عالي الاداء وتحسين أنظمة التحكم وضبط عملية الأتمتة لضمان أداء مثالي للمبني والإستغلال الأمثل للطاقة الطبيعية المتاحة من إضاءة وتهوية بكفاءة عالية مثال شكل (1-9) (6)

شكل (1-9) واجهة مبنيGreenpix
التي تضيء في المساء بألوان مختلفة
Pasternack,2008

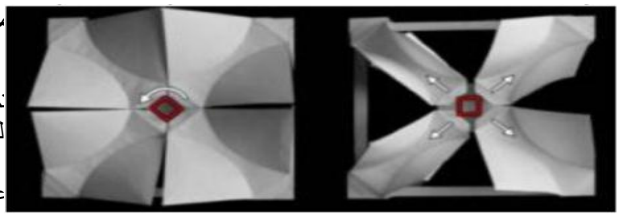
3) الواجهات المتحركة Kinetic facade:-

تتميز الواجهات المتحركة بأن لها القدرة علي تعديل شكلها وتوجيه نفسها ذاتيا والتحكم بكمية فتحاتها وفق العوامل البيئية الخارجية بما في ذلك درجات الحرارة والرطوبة والرياح ، وتعتبر هذه الواجهات ذات تأثير كبير في خفض الطاقة ، ويجب تصميم هذه الواجهات في المراحل الأولي للعملية التصميمية بحيث تتكامل مع كافة أجزاء المبني لتحقيق مفهوم الأتمتة والحد من إستهلاك الطاقة مثال شكل (1-10)

4) الواجهات الشمسية Solar facade:-

تساهم في خفض إستهلاك الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة المتجددة حيث أنها تعتمد علي إستخدام الخلايا الشمسية كمصدر للطاقة المتجددة ، حيث أنها تعتمد علي إستخدام الخلايا الشمسية والضوئية في الواجهات وذلك لتوليد الكهرباء وإستخدامها في أغراض التدفئة والتبريد والإضاءة ، حيث تعمل الخلايا الضوئية كستار أمام الجدران الداخلية المعزولة مع أنابيب هوائية لمنع ارتفاع حرارة الوحدات الكهروضوئية وتعد هذه الواجهات داعمة للمباني الخضراء المستدامة مثال شكل (1-11) (6)

مواد النانو



شكل (1-10) نموذج للواجهات المتحركة وفكرتها
Ghaffarianhoseini et al.,2012

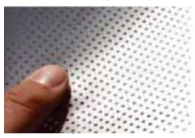
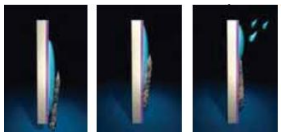
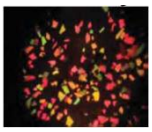
تقنية النانو لها تأثير علي العمارة من حيث مواد التشطيبات الخارجية وأساليب البناء وقد تم دمج تكنولوجيا النانو مع العمارة ، فتكنولوجيا النانو لها تأثير كبيرعلي صفات وخصائص لمواد، أيضا علي الطاقة التي أدت إلي اختلاف ملحوظ في التفكير والتصميم المعماري.
وقد تم إستخدام تقنية النانو في مجال التشييد والبناء من أجل تقليل التكاليف الإنشائية والحفاظ علي مواد البناء وفتح مجالات حديثة لتوفير الطاقة والحفاظ علي البيئة . (7)

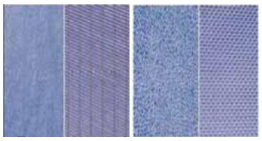
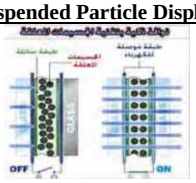
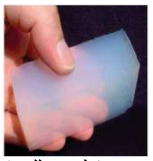
أهمية مواد النانو

شكل (1-11) واجهة مبني واستخدام الخلايا الشمسية فيهاGreenpix
Kroll,201

تعمل تقنية النانو على المساهمة فى إحداث تطوارت علمية عالمية فى السنوات القادمة ما أنها تستخدم لحل المشاكل ، كما ان إستخداماتها تستخدم في كافة المجالات ومنها الهندسة معمارية في مجال التشيد الموجودة حاليا ، وتقنية النانو لها القدرة على حل المشاكل كموارد طاقة وخفض تكلفة المواد المستخدمة في تشطيب الواجهات الخارجية وتقليل صيانة المبنى رفع كفاءته ، وعند إستغلالها فى الدول النامية وتطبيقها بشكل دائم سيعطى لهذه الدول فرصة الكبرى لملاحقة التطور العلمى والتقني ، كما يزداد الاهتمام بتقنية النانو على مواد نانو لخواصها المميزة والجديدة حيث أن المادة عندما تكون في حجم أقل من مائة نانو تظهر لها خواص جديدة ومخالفة في كثير من الأحيان لخواصها المعروفة في صورتها الطبيعية (7)

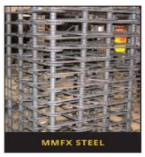
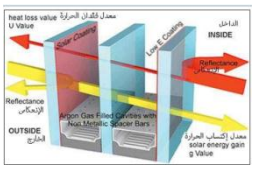
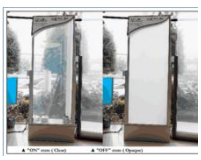
نستعرض فيما يلي بعض المواد الذكية وخصائصهم وامكانية استخدام هذه المواد في وحدة المرضي بالمستشفيات

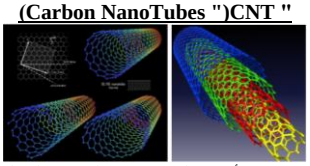
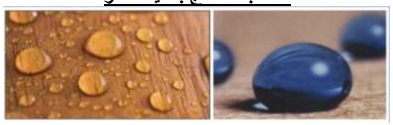
اسم المادة	إستخدامها	خصائصها وإمكانية إستخدامها في المستشفيات
ألواح من الألمونيوم Calme  شكل رقم (1-12) يوضح ألواح الألومنيوم Calme أسعد حسن علي ، جورج محفوض 2009 " المواد الحديثة في الاكسائات الداخلية / واقع أفاق " مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية ، المجلد الخامس والعشرون العدد الاول	عبارة عن ألواح من الألمونيوم ذات سطح خشن (به ثقوب خشنة و متعرجة) ،له قدره عالية على أمتصاص الصوت و الحماية الكهربائية والمغناطيسية ، الإمتصاص في هذه المادة يأتى من خلال توسيع فجوات الهواء على سطح الألواح(8)	يمكن إستخدامة كعازل للصوت والضوضاء لغرف المرضي في المستشفيات
الزجاج المطلي بمادة اكسيد التيتانيومTIO2  شكل رقم (1-13) يوضح ألواح الزجاج المطلية بمادة أكسيد التيتانيوم وإزالتها للملوثات Ritter ,A.(2007),"Smart Materials In Architecture, Interior Architecture And Design", Architectural Press , Berlin , P 101	هي عبارة عن ألواح من الزجاج المطلية بمادة ثانى أكسيد التيتانيوم تساعد على التنظيف الذاتى للزجاج والتخلص من الملوثات العالقة علي ألواح الزجاج	يمكن استخدامه في نوافذ غرف المرضي وكزجاج الملاحظة الفاصل بين غرف المرضي وفريق التمريض نظرا لانه ذاتي التنظيف
الغبار الذكيSmart Dust  شكل رقم (1-14) شكل حبيبات الغبار الذكي علي البدري 2010 " دراسة الخصائص التركيبية للأنظمة الذكية " بحث غير منشور للحصول علي درجة الماجستير قسم الفيزياء كلية العلوم ، جامعة واسط العراق ص 24	عبارة عن مجسات أو مستشعرات مصغره في حجم دقائق الغبار حجمها لا يزيد عن سنتيمتر تعمل بإستقلال تام ويمكنه إجراء اتصالات ثنائية الإتجاه ويصل إرساله إلى ١٠٠مترو عند توزيع الغبار الذكي في الأماكن المناسبة يظهر له تأثيرات كبيره ، كما (يمكنه تحسين نظم التدفئة والتبريد في المباني وذلك بمراقبته للحرارة تستخدم لمراقبة : درجة الحرارة ، و الضوء ، والأهتزازات ، والإشعاع والرطوبة) والضغط ، وتعمل بالطاقة الشمسية ، تتصل هذه المجسات التي تسمى الذرة من الغبار لاسلكيا عبر موجات الراديو، وسيكون لها تطبيقات علمية هائلة في المستقبل القريب.(8)	من الممكن إستخدامة في وحدات المرضي بالمستشفيات لتحسين نظم التدفئة والتبريد ومراقبة درجات الحرارة والإشعاع والرطوبة بوحدات المرضي بالمستشفيات.
الاسمنت المقلل للتلوث	هو نوع من الإسمنت المطور الذي يعتمد في تصنيعه على كربونات المغنيسيوم بدلا من كربونات الكالسيوم في الإسمنت الاعتيادي البورتلاندى، يعمل هذا الأسمنت على إمتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون ، حيث أن طنا واحدا من الخرسانة المصنوعة باستخدام هذا الأسمنت له القدرة على إمتصاص ٠,٤طن من غاز ثاني أكسيد الكربون خلال فترة تصلبه. المبنى المنشأ باستخدام هذه الخرسانة ممكن أن تكون له نفس أهمية ال Carbon Sinks الطبيعية وتشير تقارير العلماء الى أن صنع الأسمنت يتسبب بإنبعاث حوالي ٧%من مجموع غاز ثاني أكسيد الكربون الذي تتسبب به فعاليات الإنسان ، بينما يبعث هذا الأسمنت أثناء تصنيعه نصف هذه الكمية لاستهلاكه حرارة أقل من الاعتيادي، كما أن له ديمومة أعلى من الأسمنت الاعتيادي.	من الممكن إستخدامه في التصميم الإنشائي لمباني المستشفيات حيث يعمل علي تقليل نسبة غاز ثان أكسيد الكربون داخل الفراغات الداخلية للمستشفيات.

الطوب الذكي **Smart Bricks**	يستخدم لمراقبة الحالة الأنشائية للمبنى و بالتالي حماية حياة الأفراد داخل المبنى . يشتمل الطوب على الالكترونيات الذكية مثل " الثرمستور a thermistor " هوائى البطارية متعدد الإتجاهات. هذه الأجهزه يمكنها إرسال بيانات خاصة : بدرجة الحرارة ، أو الاهتزازات الأرضية الناتجة من الزلازل ، أو إندلاع حريق في المبني . تلك الأجهزة مكونات عادية ومتداوله تسمح بتطويرها من مميزاتها : صغر حجمها ، إعادة شحن البطارية من خلال موصل يسمي " Inductive coil "تجميع مكونات أجهزة الإستشعار علي رقاقة واحدة. (8)	يمكن إستخدامه بمباني المستشفيات للحماية من الناحية الإنشائية بالإضافة إلي الحماية من الحريق ومراقبة درجات الحرارة والإهتزازات الأرضية.
الزجاج العازل  شكل رقم (1-15)بعض أشكال الزجاج العازل Brownel , B . (2005) , " Transmaterial 2: a Catalog of Materials That Redefine Our Physical Environment " , Architectural Press , NewYork , p 109	يعمل هذا الزجاج على توزيع الإنارة بصورة متساوية في الفراغ دون تكوين ظلال ويعتمد في عمله على صفيحة رقيقة تحتوي على عدد كبير من الخلايا الشبيهة بخلايا النحل ذات جدران رقيقة جدا شفافة أو بيضاء تعمل على توزيع الضوء في الفراغ ، بالإضافة إلى خاصية العزل التي توفرها من خلال الإنعكاسية العالية لجدران الخلايا التي تتضمنها وبذلك فان هذا الزجاج يوفر التحكم الشمسي حسب الوقت من السنة و النهار و يوجد بأشكال مختلفة كما بالشكل.	يمكن إستخدامه في وحدة المرضي بالمستشفيات حيث أن له قدرة علي التحكم الشمسي الداخل لغرف المرضي.
شرائح الميكروسوبر **Micro Sorber**	عبارة عن شرائح بسمك (١ملم) مصنوعة من الأكليريك و الزجاج ، ويكون الأداء العالي للعزل الصوتي لهذه المادة نتيجة للثقوب الصغيرة على سطحها، فبمجرد أن تأتى الموجات الصوتية سطح الميكروسوربر يحدث رد فعل فيزيائي ، و تتحول عندها قدرات الصوت إلى طاقة حرارية عن طريق الإحتكاك الناشئ على حافة الثقوب مما يقلل من مستوى الضجيج داخل الفراغ ، كما يمكن إستخدامها بشكل حر داخل الفراغ المعماري الداخلي ، أو على هيئة حواجز وستائر. (8)	يمكن إستخدامها في المستشفيات كعازل جيد للضوضاء وتوفير راحة سمعية للمرضي.
شاشة الجسيمات المعلقة **Suspended Particle Display**  شكل رقم (1-16) يوضح طريقة عمل شاشة الجسيمات المعلقة أمجد محمود عبدالله 2007 " التطور والتغير في الفكر الجديد لعمارة الأبنية الصناعية الذكية " بحث غير منشور للحصول علب درجة الدكتوراة قسم الهندسة المعمارية كلية هندسة جامعة بغداد العراق ص 120	ويتكون الزجاج من عدد من الطبقات من مواد مختلفة تحتوي الطبقة الفعالة على جسيماتDevices Suspended Particleذات شكل إبري عالقة في سائل بشكل عشوائي تمتص الضوء الساقط عليها ، وهذه الطبقة تقع بين طبقتين من الموصلات وعند مرور التيار الكهربائي تنتظم هذه الجزينات بحيث تسمح للضوء بالمرور خلالها وبالتالي يمكن للمستخدم التحكم بحجب الضوء أو السماح له من خلال ريموت كونترول للتحكم في فرق جهد على لوحى الزجاج.	يمكن استخدامة في غرف المرضي بالمستشفيات للسماح أو حجب الاضاءة الطبيعية من الدخول لغرف المرضي من خلال ريموت كنترول.
مادة الإيروجيل **Airogel**  شكل رقم (1-17) عازل جيد للحرارة ولا تحترق http://downloadbook.net/index.php?keyword=smart+material+building&filetype=ppt&page=results	مادة هلامية شفافة تشبه الزجاج ، يمثل الهواء ٩٩,٨%من حجمها بكثافة تقدربـ٣مجم / سم لذلك هي أثقل من حجم الهواء بمقدار ثلاث مرات، فهي عازل جيد للحرارة ولاتحترق وتقلل من درجة الحرارة بما يعادل سمك 10-20سم ، نافذة زجاجية مما يساعد على تقليل الإحساس بارتفاع درجة الحرارة داخل الفراغ المعماري ، هذا بالإضافة إلى خفة وزن هذه المادة والتي يمكن أن تستخدم بديلا للزجاج في النوافذ و أيضا يمكن إستخدامها في الجدران الشفافة أوالمناور من أهم تطبيقاتها:الزجاج المتجلط Glass (Coagulated)والمحتوى على هلام بين طبقاته ، حيث يستجيب إلى الحرارة بسرعة فيتجلط مغيراً لون الزجاج الى الحالة نصف الشفافة والزجاج الهلامي(Aerogate Window) (الذي يحوي على هلام السليكا الهوائي بين طبقاته ،حيث تعمل على تخفيض معامل التوصيل الحراري إلى ادنى درجة وترفع في نفس الوقت عامل الإنتقال الضوئي.	يمكن إستخدامه في وحدة المرضي بالمستشفيات حيث يعمل علي تقليل درجة الحرارة داخل غرف المرضي كما يمكن ان يستخدم كبديل زجاج النوافذ ويرفع عامل الإنتقال الضوئي.
الخلايا الكهربية الذكية Piezoelectric cells شكل رقم (1-18)الخلايا الكهربية الذكية Tooley,M&Dingle,L.(2005),"Aircraft Engineering Principles",Elsevier Butterworth Heinemann, Linacre House , Jordan Hill,Oxford,Burlington,P 325	هي خلايا كهربائية صغيرة جدا ، تتذبذب بشكل سريع على الحوائط الخارجية ، لتتنبأ بما يحيط بالمبنى و ترسل موجات تفاعلية لأجهزة التحكم المركزية بالمبنى. (8)	يمكن إستخدامها في الواجهات الخارجية لمباني المستشفيات للتنبؤ بالعوامل البيئية الخارجية
ألواح الألمونيوم القابل للتشكيل **Aero Formed Aluminu**	هي عبارة عن صفائح من الألومنيوم تتسم بالمرونة والتنوع في السماكة والتصميمات كما أنها مزودة بطبقة تقوم بحماية السطح من الأشعة فوق البنفسجية وهي تعتبر من المواد الخفيفة التي يسهل إستخدامها في الحوائط والأسقف.	يمكن إستخدامها طبيا لغرف معالجة محمية من الأشعة فوق البنفسجية.
الزجاج المقاوم للحريق	هي وحدات زجاجية مكونة من عدة رقائق ، تجمع بينها طبقات بينية شفافة ، حين يتعرض الزجاج للنار بدرجة حرارة تزيد عن 100 درجة ، فإن اللوح الذي يواجه اللهب يتصدع ولكنه يظل في مكانه وتتحول الطبقة البينية (التي تجمع ألواح الزجاج) إلي رغوة سميكة عاتمة وتكون طبقة عازلة تمنع ألسنة اللهب و الغازات السامة من الإنتقال الي الفراغات المجاورة ، ويستمر هذا الوضع من 45 الي 120 دقيقة حيث تكون الحماية فيها متكاملة.	يمكن إستخدامه في غرف المرضي و الغرف المجتوية علي أجهزة طبية مهمة للحماية من أخطار الحريق.

الطلاء الداخلي العاكس **Reflective Indoor Coatings**	**هو نوع من أنواع الطلاء يعمل علي عكس الإضاءة بطريقة أفضل من الدهانات التقليدية ويعطي شعور بالفضاء والاضاءة الصناعية كما أنه يعمل علي تقليل الطاقة المستخدمة ويزيد الشعور بالإضاءة الطبيعية ويقلل إستهلاك الطاقة بنسبة 20%** **عمرها الزمني من 5 الي 10 سنوات دون ان تفقد من كفائتها وأدائها** **يعتبر مناسب أكثر من المناطق المناخية التي يقل فيها ضوء الشمس مثل الدول الأوروبية والوسطي والشمالية.**(6)	**يمكن إستخدامها في غرف المرضي لإعطاء الشعور بالإتساع و الإضاءة.**

نستعرض بعض مواد النانو وخصائصهم وامكانية استخدام هذه المواد في وحدة المرضي بالمستشفيات

اسم المادة	استخدامها	خصائصها وامكانية استتخدامها في المستشفيات
حديد النانو Iron Nano  شكل رقم (1-19) شكل رقم (1-20) حديد "MMFX2" http://egyarch.blogspot.com.eg/2011/04/transparent-concrete.html	**الحديد واحد من العناصر الرئيسية فى البناء و الإنشاء ومن أهم المواد المكونة للخرسانة المسلحة ، أستهلك الحديد فى الولايات المتحدة بكثرة فى المنشآت وأستخدمت مواد النانو فى الحديد للحماية من التآكل بسبب التفاعلات الكيميائية ، وكان الحديد المستخدم يعرف باسم" MMFXSteel" وقام بتطورة الدكتور غاريث توماس من خلال إستخدام تقنية النانو وسمى بعد ذلكMMFX2" ، "وتم إستخدامه في الكباري والجراجات والمباني التجارية ، ويستخدم أيضا كاطا ارت في المباني ذات البحور الواسعة** **مميزاته:** **مقاوم للتصدع والصدأ** **مقاوم للتآكل بدون استخدام أى طلاء لحمايتة.** **أكثر قدرة خمس مرات من الحديد العادي.** **له القدرة على التشكيل ومرن يسهل عملية التنفيذ.** **أكثر توفيرا (يقلل من كمية حديد التسليح المستخدم فى المبانى بنحو20:50%) يقلل من تكاليف التشغيل إلى 60%** **يستخدم بأعداد حديد أقل من الحديد التقليدى وبنفس الكفاءة الإنشائية خفض فى التكاليف.** **قصر فى وقت التشييد وإكمال المشروع بشكل أسرع** **مكن من التعامل بمعدات وأدوات تقليدية ولديه ليونة أفضل من غيره وعالي القوة بنسبة 7% : 16% .** (7)	**يمكن استخدامه كعنصر إنشائي له عديد من المزايا وكأهمها معماريا هي إعطاء بحور واسعه كما نحتاج معماريا في عنابر المستشفيات.**
ثاني أكسيد التيتانيوم Titanium Dioxide (TIO2) شكل رقم (2-1) الرسم البياني من أكاسيد النيتروجين الخرسانة التي تحتوي علي الأسمنت TioCem. SCIENCE,website,10/2/2014http://www.science.com/paper	**مادة ذات صبغة بيضاء تستخدم كطلاء عاكس ، و تتفاعل مع الملوثات العضوية المتطايرة ، والأغشية البكتيرية للحد من تأثير الأمطار ، كما أنها مادة طاردة للمياه وبالتالى تحقق خاصية التنظيف الذاتى للأسطح ، وساعدت على تقليل الملوثات والأتربة من على الخرسانة ، مما أدى إلى توفير في الطاقة والمحافظة على البيئة ، ويوضح الشكل الرسم البياني لأكاسيد النيتروجين ، و الخرسانة التي تحتوي على الأسمنتTioCem تحسن حبيبات ثانى أكسيد التيتانيوم من الأداء البيبنى للخرسانة والأسمنت ، ومقاومة الخدش التى تتعرض لها الخرسانة والأسمنت من العوامل الجوية ، والتنظيف الذاتى من المكروبات والمركبات العضوية وغير العضوية ، والتخلص من المياه التى تكون على سطح الخرسانة ، وتزيد مادة ثانى أكسيد التيتانيوم من قوة تحمل الخرسانة المسلحة ، وكذلك إنبعاثات ثانى أكسيد الكربون التى تتعرض لهاالخرسانة و أستخدمت مادة ثانى أكسيد التيتانيوم على الأغلفة الخارجية للمبانى.**(7)	**من المهم إستخدام مثل هذه المادة علي الأغلفة الخارجية لمباني المستشفيات لتفاعلها مع الملوثات العضوية كما أنها تحقق خاصية التنظيف الذاتي وتعمل علي تقليل الملوثات والأتربة من علي الخرسانات.**
زجاج التحكم الشمسي  شكل رقم (2-2) شكل رقم (2-3) زجاج التحكم الشمسي متعدد الطبقات حسين محمد جمعة " النانو تكنولوجي في قطاع التشييد والبناء" القاهرة ، طباعة 2009 ص 243	**تتكون وحدة الزجاج من عدة طبقات من طلاء أكسيد القصديرSnO2 حيث يحدد سمك هذه طبقا لألوان الفضة المنعكسة على الطبقة اللون المنعكس للزجاج ويتراوح سمكه ما بين 10 : 100 نانوميترالزجاج، ويوضح الشكل زجاج التحكم الشمسي متعدد الطبقات، يتمتع زجاج النانو المعالج بخصائص مميزة تزيد من كفاءته وتحد بشكل واضح من خصائص النفاذية غير المرغوبة مما يوفر مرونة للمصمم فى عمل مساحات مناسبة للفتحات بالمبانى توفر إضاءة عن تكلفة الإضاءة الصناعية وتكييف الهواء طبيعية ومناخ ملائم للفراغات الداخلية بالمبانى بعيداعن تكلفة الاضاءة الصناعى فيحافظ على البيئة المحيطة ، ويعمل على توفير الطاقة.** **كما يقاوم الزجاج االأحماض والمركبات الكيميائية والعضوية ، حيث يستخدم ثانى أكسيد التيتانيوم (Tio2يشكل جزيئات النانو لطلاء الزجاج لمقاومة التلوث.** (7)	**يمكن إستخدامه في غرف المرضي بالمستشفيات حيث يمكن توفير إضاءة وتهوية طبيعية مناسبة للمرضي حيث يحافظ علي البيئة ويوفر الطاقة ويقاوم التلوث.**
الزجاج الذكي (زجاج متغير اللون كهربيا)  شكل رقم (2-4) شكل رقم (2-5) الزجاج الذكي المنتج بتقنية النانو الشفاف http://www.thehightechstore.com/smart_glass.html	**زجاج قابل للتحويل كهربائيا من خصائصه لنقل الضوء عند تطبيق الجهد عليه، وهذه الأنواع من الزجاج تتيح للمستخدمين التحكم في كمية الضوء وبالتالي الحرارة ، فيتغير من زجاج شفاف إلى نصف شفاف ويمنع الرؤية من خلاله بشكل جزئي مع الحفاظ على الضوء من خلال الزجاج ويوضح الشكل الزجاج الذكى** **كما أن الزجاج له القدرة على مقاومة الحريق، و توفير تكاليف الصيانة، وله القدرة أيضا شدة الإضاءة فى داخل المبانى ، وكيفية تخفيض الطاقة المستخدمة فى تبريد أو تدفئة المبانى، و أستخدمت مادة الزجاج فى العديد من المبانى ومن أهم هذه المبانى فندق الشرق بألمانيا، حيث أستخدم المبنى زجاج التنظيف الذاتى ذات التحفيز الضوئى Tio2 الذى ساعد على بقاء الزجاج نظيفا وشفاف بسبب خصائص تقنية النانو.** (7)	**يمكن إستخدامه في نوافذ غرف المرضي حيث يعمل علي إمكانية تغيير شفافيته وله قدرة مقاومة للحريق ويوفر تكاليف الصيانة وتخفيض الطاقة المستخدمة للتدفئة او التبريد داخل الغرف كما أنه ذاتي التنظيف.**

أنابيب النانو كربون (Carbon NanoTubes ")CNT "  شكل رقم (2-6) أنابيب النانو كربون المضافة إلى الخرسانة http://materialyinzynierskie.pl/separacja-nanorurek-weglowych	وهو شكل من أشكال الكربون الذى تم اكتشافة في روسيا ، ولكنة دخل حيز الإستخدام في أ و اخر التسعينيات في اليابان ، وتم تسميتها بهذا الإسم نسبة لأقطارها النانومترية، ويمكن أن يصل طولها إلى عدة ملليمترات ويمكن أن تحتوي علي طبقة واحدة (أنابيب النانو أحادية الطبقة) أو أكثر من طبقة (أنابيب النانو متعددة الطبقة) تعطى أنابيب النانوكربون نتيجة لسد الشروخ الميكروسكوبية في أجزاء الخرسانة في مرحلة الشروخ الأولية عندما تخلط مع الأسمنت ، وكذلك تعمل ألياف النانو كربون على إعاقة تقدم وتشكيل الشروخ فى الخرسانة المسلحة و معالجة الشروخ والصدأ ذاتيا فى حديد التسليح والشروخ السطحية للخرسانة والشروخ فى مادة إنشائية أخرى وتطبيقها فى الواجهات الخارجية يؤثر تشكيل المبانى خلال عمرها الإفتراضى في مركب الأسمنت مع أنابيب النانو كربون .	يمكن إستخدامها في مباني المستشفيات لمعالجة أي شروخ تحدث ذاتيا في الخرسانات وبالتالي تساعد علي التقليل من الصيانه والترميمات.
الخشب المعالج بتقنية النانو  شكل رقم (2-7) سطح الخشب المعالج بطبقة من طلاء النانوالطارد للمياه http://lotusnanotech.com/our_products.html	يعتبر الخشب من أكثر المواد الإنشائية استخدام فهى مادة من الأنظمة البسيطة إلى حد ما، لذلك ، تم إستخدام تقنية النانو في مادة الخشب مما يجعله أكثر قوة عن المادة الطبيعية حيث تم تجميع جزيئات الخشب و إعادة ترتيبه كما تم اختراع حساسات نانو لتحديد أماكن الفطريات ونقاط تاكلة لمعالجته ويستخدم طلاء النانو فائق الطرد للماء (تأثير زهرة اللوتس) الذى يقوم بطرد المياه علي هيئة قطرات دون ترك أي أثر للمياه عند إنزلاقها حيث تسمح هذه التقنية بعدم تعفن الخشب وتغلغل المياه داخله حتي لا يفقد صلابته وقد قامت تقنيات النانو الحديثة بتحسين خصائص الخشب المعالجة للعيوب مثل قابلية الاحتراق وعدم تحمل الإجهادات مثل الخرسانه.	يمكن إستخدام هذه النوع من الخشب المعالج بتقنية النانو للحماية من التعفن والفطريات وبالتالي تقليل التلوث والميكروبات.

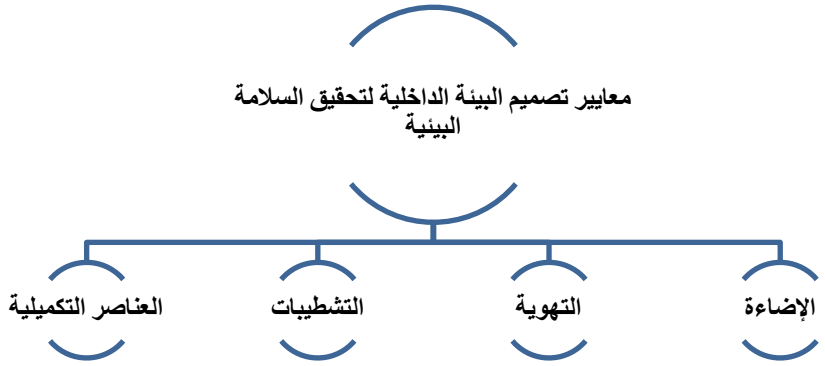
العزل Insulation

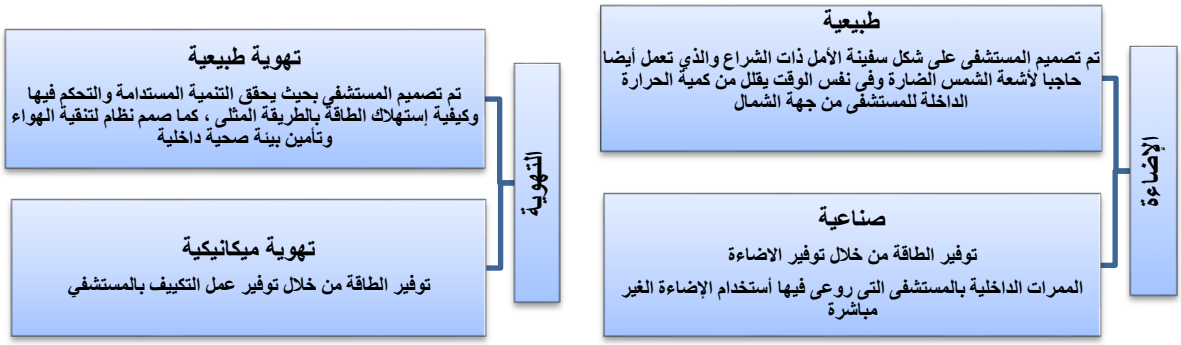
- العزل الحراري Thermal Insulation
- الحماية من الأشعه فوق البنفسجية UV Protection
- الحماية من أشعة الشمس Solar Protection
- تنظيم درجات الحرارة (مواد متغيرة الحالة) PCMs
- Temperature Regulation: Phase Change Materials(9)

- **مثال تحليلي لاستخدام مواد ذكية او مواد نانو في المستشفيات** **(مستشفي سرطان الاطفال 56357 بمصر)** (10)

المشروع	**مستشفي سرطان الاطفال 57357 بمصر**
نبذه عن المشروع	 شكل رقم (2-8) شكل رقم (2-9) https://ar.engineer1.com/2018/09/57357.html - تقع قطعة الأرض التى خصصت لذلك فى حى السيدة زينب بجانب سور مجرى العيون، تبلغ مساحة الأرض 20.000 متر مـــربع وتضم المبنى وحديقة ملحقة به.وقد اشترطت المحافظة ان يتـــم بناء المستشفى على نصف هذه المساحة والجزء المتبقي يظـــل حديقة وقد وافق بالطبع فريق التخطيط لبناء المستشفى عـــلى هذا الشرط الذي يوفر أماكن خضراء للأجيال القادم تقع المستشفى على مساحة 69 ألف متر مربع وبلغت تكلفة إنشاء المبنى والأماكن المحيطة به 300 مليون جنيه، المساحة التى بنيت عليها المستشفى هي 20 الف متر مربع وهي عبارة عن مبنى ارتفاعه 7 أدوار على مساحة 10.000 تشكل المنظر الطبيعي المليء بالأشجار الذي سيصبح رئة المستشفى. كما تم إستغلال أشعة الشمس بشكل فعال جدا ولقد تم الحصول على أرض المشروع وهي أرض السلخانة القديمة في قلب حي السيدة زينب الشعبيَ.
تاريخ الانشاء	**بدأ التخطيط لبناء المستشفي في عام 1999،وفي 20 يونيو 1999 تم وضع حجر أساس المستشفى**
المصمم	**صمم المستشفى جوناثان بيلي المهندس الشهير في إنشاء التصميمات المستقبلية بالتعاون مع الخبرة الهندسية المصرية المجانية التي مزجت بين المبنى الزجاجي والأحجار الصلدة**
الشركة المنفذه	**جوناثاتا بايلي**
نشاط المبني	**مستشفي سرطان للاطفال**
المكونات المعمارية للمبني	**1-القبه الجيودسيه 2-الابراج الاربعة 3-المبنى المستطيل 4-الاشرعه**
مكونات المبني	**مسقط افقي للبدروم** **يحتوى على :- قاعة المحاضرات – موارد البشريه – تدريب العاملين – أما باقى المبنى فهو الجراج** **مسقط افقي للدور الارضى** **يحتوى على :- مكتب التسجيل – قاعة المحاضرات – بنك الدم – التبرع بالدم – كافيتريا – حجرة صعام – بيت الهدايا – عيادات خارجية – صيدليه – خدمات اجتماعيه – علاج الاشعاعى- المعامل – الحضانه** **مسقط افقي للدور الأول** **يحتوى على :- الحسابات – عيادة الأسنان – أجنحة الاطباء – إدارة المستشفى – سجلات الطبيه- المسجد –عيادات التخصصيه – طب النووى – الاشعه- مكتب الأطباء- مختبر القلب والصدر – علاجاليوم الواحد – علاج طبيعى.** **مسقط افقي للدور الثانى والثالث** **يحتوى الثانى على:- وحدة الرعايه المركزه- غرف المرضى – وحدة زرع النخاع – العمليات- سكن الاطباء** **يحتوى الثالث على:-.غرف المرضى –العيادات التخصصيه .**

التصميم المعماري	فكرة تصميم المستشفى على هيئة سفينه ويرجع ذلك لمواكب الشمس عند الفراعنة ولذلك اطلقوا عليها اسم" سفينة الامل" تم بناء المستشفى بحيث تضم الماضى والحاضر والمستقبل الماضى:- على شكل سفيه لمواكب الفراعنه القدماء واستخدام الاحجار فى الواجهات ايضا نسبا الى سور مجرى العيون الحاضر :- :- أستخدام الزجاج فى الوجهات لغلاف المستشفى الخارج، الاجهزه العلميه الحديثه pet-ct وهو التشخيص المبكر لعلاج السرطان. المستقبل :- تم تخصيص اماكن للتوسعات المستقبليه لإقامة 1-مبنى اكاديمى 2- مركز ابحاث 3- دار ضيافه 4- مركز ريادى للتعليم.



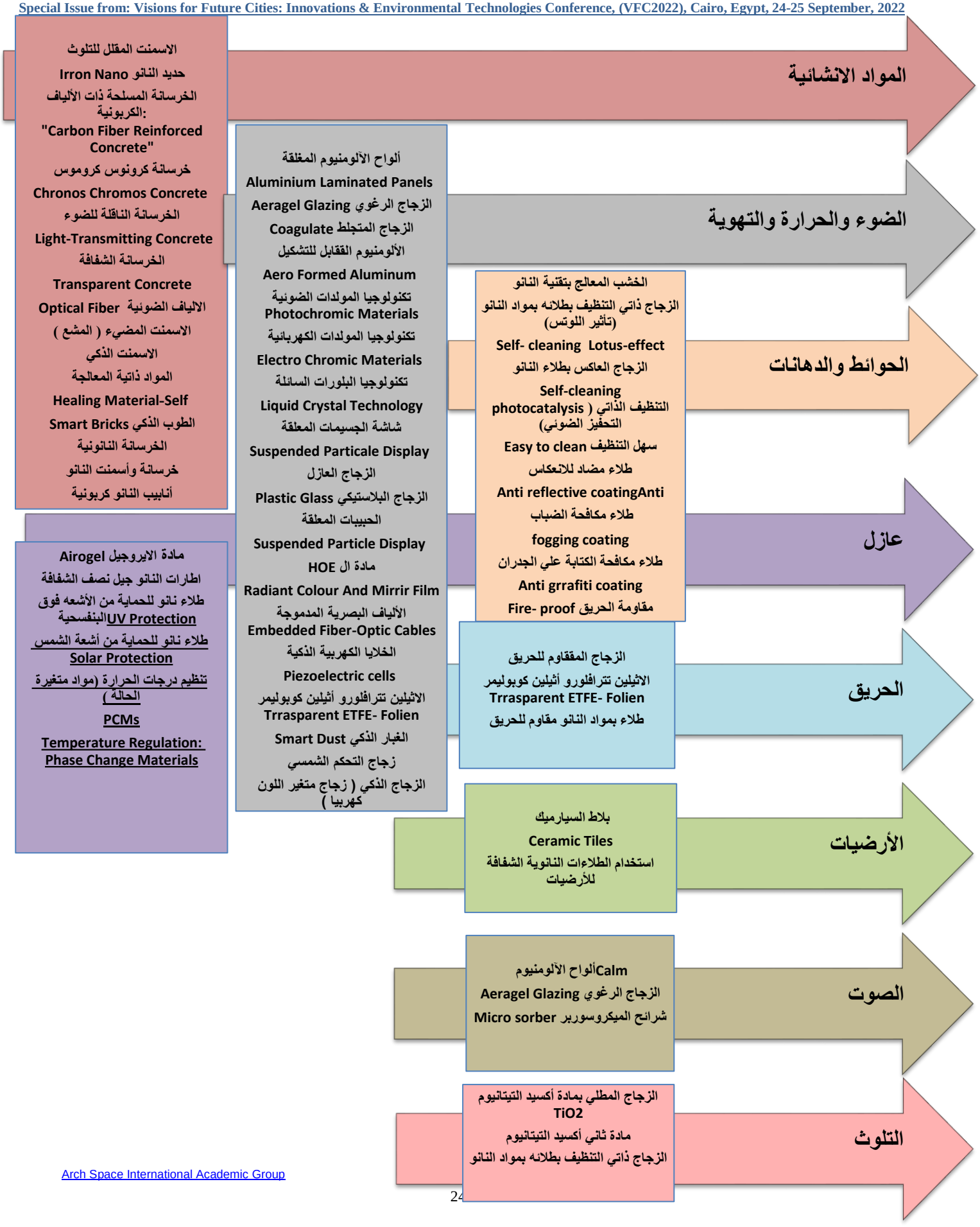


مواد البناء والإنشاء	استخدم خوازيق من الخرسانة المسلحة أستخدم الخرسانة المسلحة فى الاعمدة وبلاطات الاسقف أستخدم الجمالونات الفراغية space truss فى جزء الاستقبال (الكرة). شكل رقم (2-10) استخدام الجالون الفراغي في الكرة شكل رقم (2-11) استخدام الخرسانة المسلحة في هيكل المبني شكل رقم (2-12) الخوازيق الخرسانية في الأساسات https://ar.engineer1.com/2018/09/57357.html

مواد التشطيبات	التكلفة الاقتصادية	المستشفى مصمم بحيث يواجه أعلى مستويات من الموضوعات البيئية مثل ضياع المياه والتحكم وكيفية استهلاك الطاقة بالطريقة المثلى ويعتبر إستخدام double glass في الواجهات كحل بيئى حل اقتصادى من الدرجة الاولى فقد اتبع المعمارى سلوك العمارة المستدامة وتوفير الطاقة والإعتماد على مصادر الطاقة الطبيعية والإستفادة منها بكبر قدر ممكن.		
	عناصر التشطيبات / المعايير	أرضيات ووزرات	أسقف	فواصل	حوائط وفتحات
	المعايير	صممت الأرضيات بالتيرازو وهى نوعية عالية الجودة ومناسبة للإستخدام في	أستخدم في السقف البلاطات الجبسية ذات اللون الأبيض مدخل المستشفي عبارة عن قبة	تم تجنب عمل فواصل في الأرضيات	يتمتع الزجاج من مواصفات خاصة ، فهو يتحمل العوامل البيئية من غبار وخلافه من

	الوظيفية	المستشفيات المتميزة وتستخدم في مصر لأول مرة على هذا المستوى والكم وهى أرضيات الموزاييك الإيبوكسية.	جيوديسية مصنوعة من space truss steel الجمالونات الفراغـــية وقـــد تم اختيار شكل الكورة لأن من مميزات القبة الجيوديسية ان الأسطح الداخلية للقبة تعكس الضوء القادم من جهة واحدة حتى ينير كل المكان ، وكأن الضوء من كل الجهات.		العوامل الجوية المتنوعة تم إستخدم double glass وذلك لإدخال الإضاءة الطبيعية دون رفع درجة الحرارة الداخلية للفراغ.
	مقاومتها للرطوبة والحرارة				تصميم المستشفى على شكل سفينة الأمل ذات الشراع والذي تعمل أيضا حاجبا لأشعة الشمس الضارة وفى نفس الوقت يقلل من كمية الحرارة الداخلة للمستشفى من جهة الشمال وتم معالجة double glass بين طبقتين الزجاج بغاز الأرجون الخامل وذلك لضبط درجة الحرارة وشدة الإضاءة داخل الفراغ.
	سهولة التنظيف وتقليل الصيانة	أرضيات الموزاييك الإيبوكسية تتميز بعدم وجود فواصل بها لمنع تجمع الأتربة والجراثيم وغيرها مع سهولة التنظيف			عملية تنظيف الزجاج ستكون أسهل وأسرع وأوفر مقارنة بالحوائط الجدارية هذا بالإضافة لعدم حاجته للتجديد كل فترة لأخرى أو إعادة الطلاء.
	الوقاية من العدوي	تم دراسة الأرضيات بدقة شديدة لكي يتم التأكد من قدرتها على التحمل وأنها لن تنقل أي نوع من أنواع العدوى أو تحمل أي نوع من الجراثيم أو البكتريا التي قد تصيب الأطفال بالأمراض أثناء العلاج والمعروف أن التيرازو هو تقنية قديمة في البناء ابتدعها مدينة البندقية وهى تقنية ناجحة جدا تستخدم اليوم بكثرة في المستشفيات ، وذلك لما تتمتع به من مرونة وأيضا الجمالي والأهم من كل هذا أنها تعمل على عدم وجود بكتريا أو جراثيم.		تم تجنب عمل فواصل في الأرضيات لأنها لا تسمح بتكاثر البكتريا والفيروسات بينها مما يقلل فرص إنتقال العدوى بين المرضى الذين تكون مناعتهم ضعيفة للغاية.	
		غرف المرضى تم تصميمها لكي تكون مؤثرة في الملاحظة وتحديد العدوى على أن تكون كل غرفة بها سرير واحد أو سريران على الأكثر لمكافحة المرض حتى لا يصاب المرضى بأى أمراض معدية من بعضهم البعض أو من الزائرين ، نظرا لضعف المناعة لدى المرضى كان لابد من إستخدام مواد antibacterial.			
	مقاومتها للحرائق	قد تم إختيار شكل الكره لأن من مميزات القبة الجيوديسية أن الأسطح الداخلية للقبة تعكس الضوء القادم وبالتالي ينير كل المكان وكأن الضوء من كل الجهات ويوجد بها فتحات تهوية تساعد أيضا علي خروج الدخان في حالة حدوث أي حريق بالمكان.			
	الناحية الجماليه	ويتكون التصميم الخارجي للمستشفى من الزجاج بالكامل نظرا للشكل الجمالي تم مراعاة اختيار ألوان الطلاء لكي تبعث الأمل والإحساس بالتفاءل ورفع الروح المعنوية وصممت ألوان كل دور بحيث يستطيع كل فرد من غير المتعلمين معرفة الإتجاه الذي يريده إستخدم الزجاج الملون فى المدخل وداخل الغرف للمرضى من القطاع الزجاجية المستوردة من تركيا.			
	الدهانات	استخدمت مادة Plaster clotting وهى شبيه للاكريليكتفرد كالمعجون من غير تشطيب خارجى للحائط وتتميز بملمسها الناعم الأملس ونفذتها شركة Trracko يستخدم التصميم الداخلي الضوء الخارجي وألوان الطلاء الزاهية وكل هذا يبعث الأمل والإحساس بالتفاؤل ويرفع من الروح المعنوية للطفل.			
العناصر التكميلية	الاثاث	إستخدم للاثاثات (مقاعد – كونتر counters - الاركان) مادة Corien وهى مادة صناعية أشبه للجرانيت غير مسامية ولكنها أخف من الجرانيت فى الوزن كالبلاستيك وأستخدمت شركة موبيكا للمكاتب والدواليب الاطباء والعاملين بالمستشفى الخشب والالومنيوم إستخدم الزجاج الملون فى المدخل وداخل الغرف للمرضى من القطاع الزجاجية المستوردة من تركيا إستخدم القطاعات الخشبية فى الاثاث الداخلى للمستشفى.			
	النظم التكنولوجية الحديثة	وفقا لأحدث ما وصلت إليه التكنولوجيا في العالم لمفهوم الخدمة المتكاملة حيث سيقوم المستشفى بتقديم خدمة متكاملة تشمل الجراحة الميكروسكوبية وجراحة الأعصاب والعناية المركزة وزراعة النخاع والعلاج الطبيعي والعلاج النفسى وخدمة تعليم المرضى وصيدلية نموذجية ومعامل مزودة بأحدث تكنولوجيا للكشف عن السرطان.			
الواجهات الخارجية		إستخدام الاحجار فى الواجهات أيضا نسبا الى سور مجرى العيون مع قطاعات الزجاج الضخمة المعالج حراريا استخدم حجر الهشمة فى الوجهات **قطاعات الزجاج certain wall** مصبعة بتركيا ومعالجة وتم تجميعها بالموقع على إيدى متخصصين أتراك تم استيرادها من شركة Chvco الألمانية ويصل مسطح ال Curtain wall الي 5000 م2 وتم استيواده من الولايات المتحدة الأمريكية وهو عبارة عن زجاج مزدوج Double Layer سمك الطبقة الواحدة 2.5 سم وبين الطبقتين فراغ حوالي 6 مم يحمي الزجاج من درجة أشعة الشمس ودرجة الحرارة المرتفعه وأيضا لمنع تسرب مياه الأمطار ولهذا الفراغ أيضا أغراض طبية			

نستعرض فيما يلي ملخص لمخطط يبين المواد المقترحه التي يمكن إستخدامها في مباني المستشفيات الحديثة والذكية لتقليل التلوث


المواد الانشائية
الاسمنت المقلل للتلوث
حديد النانو Irron Nano
الخرسانة المسلحة ذات الألياف الكربونية:
"Carbon Fiber Reinforced Concrete"
خرسانة كرونوس كروموس
Chronos Chromos Concrete
الخرسانة الناقلة للضوء
Light-Transmitting Concrete
الخرسانة الشفافة
Transparent Concrete
Optical Fiber الالياف الضوئية
الاسمنت المضيء (المشع)
الاسمنت الذكي
المواد ذاتية المعالجة
Healing Material-Self
Smart Bricks الطوب الذكي
الخرسانة النانونية
خرسانة وأسمنت النانو
أنابيب النانو كربونية
الضوء والحرارة والتهوية
ألواح الآلومنيوم المغلفة
Aluminium Laminated Panels
Aeragel Glazing الزجاج الرغوي
Coagulate الزجاج المتجلط
الألومنيوم القابل للتشكيل
Aero Formed Aluminum
تكنولوجيا المولدات الضوئية Photochromic Materials
تكنولوجيا المولدات الكهربائية
Electro Chromic Materials
تكنولوجيا البلورات السائلة
Liquid Crystal Technology
شاشة الجسيمات المعلقة
Suspended Particale Display
الزجاج العازل
Plastic Glass الزجاج البلاستيكي
الحبيبات المعلقة
Suspended Particle Display
مادة ال HOE
Radiant Colour And Mirrir Film
الألياف البصرية المدموجة
Embedded Fiber-Optic Cables
الخلايا الكهربية الذكية
Piezoelectric cells
الاثيلين تترافلورو أثيلين كوبوليمر
Trrasparent ETFE- Folien
Smart Dust الغبار الذكي
زجاج التحكم الشمسي
الزجاج الذكي (زجاج متغير اللون كهربيا)
الحوائط والدهانات
الخشب المعالج بتقنية النانو
الزجاج ذاتي التنظيف بطلائه بمواد النانو (تأثير اللوتس)
Self- cleaning Lotus-effect
الزجاج العاكس بطلاء النانو
Self-cleaning
التنظيف الذاتي (photocatalysis التحفيز الضوئي)
Easy to clean سهل التنظيف
طلاء مضاد للانعكاس
Anti reflective coatingAnti
طلاء مكافحة الضباب
fogging coating
طلاء مكافحة الكتابة علي الجدران
Anti grrafiti coating
Fire- proof مقاومة الحريق
عازل
مادة الايروجيل Airogel
اطارات النانو جيل نصف الشفافة
طلاء نانو للحماية من الأشعه فوق البنفسحيةUV Protection
طلاء نانو للحماية من أشعة الشمس Solar Protection
تنظيم درجات الحرارة (مواد متغيرة الحالة)
PCMs
Temperature Regulation: Phase Change Materials
الحريق
الزجاج المقاوم للحريق
الاثيلين تترافلورو أثيلين كوبوليمر
Trrasparent ETFE- Folien
طلاء بمواد النانو مقاوم للحريق
الأرضيات
بلاط السيارميك
Ceramic Tiles
استخدام الطلاءات النانوية الشفافة للأرضيات
الصوت
ألواح الآلومنيومCalm
Aeragel Glazing الزجاج الرغوي
Micro sorber شرائح الميكروسوربر
التلوث
الزجاج المطلي بمادة أكسيد التيتانيوم TiO2
مادة ثاني أكسيد التيتانيوم
الزجاج ذاتي التنظيف بطلائه بمواد النانو

النتائج و التوصيات

من خلال دراسة بعض من خواص مواد البناء والتشطيبات الحديثة ومواد النانو تكنولوجي وإستخدامها في الواجهات وأبنية المستشفيات ووحدات إقامة المرضي يمكننا عمل توصيات لإستخدام تكنولوجيا هذه المواد الحديثة بالخصائص المناسبة لوحدات المرضي في المستشفيات وفي الواجهات الخارجية لها لتقليل الملوثات والحد من انتقال العدوي.

إطار عمل وتوصيات مقترحة لمعالجة بعض المشكلات الموجوده في المستشفيات المصرية

بعد البحث والدراسة وجدنا أن هناك العديد من النقاط التي تحتاج الي مزيد من الابحاث والدراسات لايمكن تجميعها في بحث واحد لذلك توصي الدراسة بعمل المزيد من الأبحاث في هذا الشأن نظرا للإهمال الشديد الذي تعاني منه المستشفيات الحكومية حتي تصل لمستوي عالمي متطور شامل في مباني الرعاية الصحية والمستشفيات والنهوض بها لتقديم الخدمات المرجوه وللحد من الملوثات وانتقال العدوي.

ومن هذا الصدد هناك بعض الاقتراحات والتوصيات الواجب تنفيذها في مباني المستشفيات

1) بالنسبة لإختيار موقع المستشفي يجب تحقيق الشروط والمواصفات ووضعها في الإعتبار و تحقيق التوافق والإنسجام للشكل الخارجي للمستشفي مع البيئة المحيطة.
2) عند بداية التصميم لابد من دراسة ومعرفة تخصص المستشفي وسعتها وتوفير عناصر الإمتداد والمرونة في التصميم لتتوافق مع التغيرات المستمرة في أساليب العلاج والرعاية الطبية.
3) المعايير التصميمية للمستشفي توضع بعد دراسة كافية لطبيعة عمل المستشفي من حيث الفراغات المكونة للمستشفي ومساحتها وأعداد المرضي المتوقع فحصهم والتسلسل الحركي للمرضي والشروط الصحية والأمنية وغيرها.
4) توفير المساحات الكافية للفراغات المعمارية لتحقيق الوظائف المطلوبة لسهولة الإستخدام والحركة لتلبي الغرض المطلوب منها وتلبي حاجات المرضي والمستخدمين والتمريض والفريق الطبي والإداره.
5) يراعي إختيار مواد للتشطيبات المعمارية للمستشفيات ووحدات الإقامة تحديدا بعناية فائقة لتحقيق الكفاءة والقيمة الجمالية وتحقيق الخصائص التي تساعد علي عدم تراكم البكتريا والفطريات بها وبالتالي تقلل من فرص إنتقال العدوي وأيضا مراعاة إستخدام مواد تمتص الصوت وتقلل من الضوضاء وتكون ذات ألوان مناسبة لراحة المرضي.
6) توافر أنظمة الإضاءة والتهوية الطبيعية والصناعية .

التوصيات و العمل المستقبلي للبحث :

سوف يتم عمل نموذج تحليلي تفصيلي لأفضل مواد التشطيبات من المواد الذكية او مواد النانو التي تناسب وحدة اقامة للمرضي بالمستشفيات وتطبيق ذلك من خلال عمل محاكاه توضيحيه للمقارنة بين مزايا وعيوب استخدام المواد الحديثة والمواد التقليدية

المراجع :

(1) د/ هبة محمد أحمد عبده - **نحو منهجية متكاملة لتحقيق السلامة البينية بوحدات الاقامة بالمستشفيات في مصر بين النظرية والتطبيق** - كلية الهندسة جامعة المنصورة 2016
(2) المركز القومي لبحوث الاسكان والبنا **" المعايير التصميمية للمستشفيات والمنشئات الصحية"**2021
(3) م.حسام سعيد محمود ، أ.م.د. ريهام الدسوقي حامد **جدلية التهوية الطبيعية والعدوى بالمستشفيات** كلية التخطيط العمراني والإقليمي ، مجلة جامعة القاهرة للبحوث العمرانية ، المجلد 32 ، أبريل 2019
(4) أ.د. سامي بدر الدين سراج الدين **تطوير تقنيات التشغيل والصيانة للمباني الذكية في اطار رؤية 2030** المؤتمر الدولي السادس عشر للتشغيل و الصيانة بالدول العربية القاهرة جمهورية مصر العربية نوفمبر 2018
(5) د. وجدان ضياء عبد الجليل **دور المواد الذكية في الواجهات المتكيفة** مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الهندسية العدد 2 مجلد 24 لعام 2017
(6) د. ألاء رفيق سالم مكي **آليات تطبيق متطلبات العمارة الذكية علي المباني الادارية** كلية الهندسة الجامعة الاسلامية غزة أكتوبر 2017
(7) م. عبدالله أحمد عبدالله حسب الله **تطبيقات تقنية النانو (تأقير تطبيقات تقنية النانو علي المواد المستخدمة في الواجهات الخارجية للمباني** كلية هندسة جامعة القاهرة 2017
(8) م. أسماء مجدي محمد فاضل **العمارة الذكية وانعكاسها التكنولوجي علي التصميم** كلية الهندسة جامعة القاهرة ديسمبر 2011
(9) م. رزان إبر هيم أحمد عرفة **العمارة والنانو تكنولوجي** كلية الهندسة جامعة الزقازيق مجلة جامعة الازهر العدد 39 ابريل 2016
(10) https://ar.engineer-1.com/2018/09/57357.html
(11) م. ياسمين سيف النصر مصطفي حسين **العمارة الداخلية لمستشفيات الاطفال** جامعة حلوان
(12) ماجد خلوصي **كتاب المستشفيات و المراكز الصحية و الاجتماعية** ... 1999
(13) م. وئام أمين علي عبد الرحمن **تقييم أنظمة الخدمات بالمستشفيات** جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا يونيو 2015
(14) منظمة الصحة العالمية (ارشادات مبدئية) **الوقاية من العدوي ومكافحتها اثناء الرعاية الصحية لحالات الاصابة المحتملة أو المؤكدة بعدوى فيرس كورونا المسبب لمتلازمة الشرق الاوسط التنفسية** يونيو 2015
(15) عيد اسلام محمد حامد 2010 **المستشفيات الخضراء ، جدلية البيئة والتكنولوجيا في مطلع القرن 21** ، رسالة ماجستير كلية الهندسة جامعة القاهرة

(16)د.أحمد فتحي **تأثير التكنولوجيا الحديثة في توظيف الخامات البديلة في مفردات التصميم الداخلي** جامعة 6 اكتوبر

(17)م. علا حربة **العمارة في ظل تقنية النانو** كلية العمارة جامعة البعث المجلد 39 العدد 18 عام 2017

(18)سوسن حسين عبد العليم و د شيماء محمد كامل محمو و ر ياسر محمد **تطوير المستشفيات القائمة لتحقيق الكود المصري لتطوير المستشفيات** مجلة هندسة الأزهر العدد 54 يناير 2020

(19)حنين عبد السلام أبوعود ، أسيل أحمد الضراط ، علي محمد عبدالشاهد **انترنت الأشياء الذكية في مجال الرعاية الصحية** مجلة البحوث الأكاديمية العدد 15 لسنة 2019

(20)وسام علي أحمد العوض **البيئة الداخلية للمستشفيات محفزا علي الشفاء** ابريل 2016

(21)م.لينا علي إبراهيم **تقنيات تنفيذ الواجهات الذكية** مجلة البعث مجلد 38 العدد 46 لعام 2016

(22)محمد سعد عطوة ، إسماعيل محي الدين ، مني محمود الحجر **أثر استخدام مواد وتقنيات النانو في الغلاف الخارجي علي جودة البيئة الداخلية في** المبني المجلة الدولية في العمارة والهندية والتكنولوجيا

(23)حسّن صبري الشنواني ، شريف محمد ربيع خشبة ، رزان إبراهيم أحمد عرفه **مدخل تصميمي لتحسين جودة فراغات المستشفيات باستخدام النانو تكنولوجي** مجلة هندسة جامعة الازهر العدد 44 يوليو 2017

(24)رشا محمد هاني حسن عزت مهران **دراسة تحليلية لتصميم الغلاف الخارجي لغرف المرضي في مباني المستشفيات لتحقيق التصميم المستدام** رسالة ماجستير بكلية الهندسة جامعة القاهرة 2020

(25)سوسن حسين عبد العليم ، شيماء محمد كامل ، ياسر محمد منصور تطوير المستشفيات القائمة لتحقيق الكود المصري لتطوير المستشفيات هندسة معمارية جامعة عين شمس القاهرة ، مجلة جلمعة الأزهر المجلد 15 ، العدد 54 ، يناير 2020 ، 210-220

(26) Sylvia,leydecker,**Nanomaterials in architecture, interior architecture and design**

(27) Ahmed Soueid AIA,Leed.2011, **NanoScaleand Engineering Laboratory Building** Nsf NanoScale and Engineering,Grantees Conference,Decamber5-7,2011

(28) Dr. Rabee M. Reffat **Integrating Intelligent Building Technologies: A Means for Fostering Sustainability** Architecture Department, KFUPM, Dhahran, Saudi Arabia Conference On Technology & Sustainability in the Built Environment

(29) Dr.Randa_Hassan , Dr.Gehan Ahmed Ebrahim **The smart architectural applications in the patient room**

(30) Dr. Sherif Mohamed Sabry Elattar **Towards advanced Building Technology Role through applying competitive building materials and systems** Faculty of Engineering, Fayoum University Conference On Technology & Sustainability in the Built Environment

(31) Hardy, Jeff **Patient Safety & Quality Healthcare, Facility Design: No Hidden Patient**,(2006), www.psqh.com.

(32) Gulwaodi, Gowri Betrabet & Calkins, Margaret p. (2008), **"The Impact of Healthcare Environmental Design on Patient Falls"**, The center for Health Design, The United States of America.