ENGINEERING RESEARCH JOURNAL (ERJ)
Vol. 1, No. 46 October 2020, pp.213-223
Journal Homepage: erj.bu.edu.eg

The Impact of Ecological Material Technology to Achieve Thermal comfort in Therapeutic Building.

دور تقنيات المواد الصديقة للبيئة في تحقيق الراحة الحرارية بالمباني الاستشفائية

ا.م.د/ محمد سيف النصر احمد[1] ؛ م.م/ هند على محمد محمد[2]

[1]استاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية ـ هندسة المطرية ـجامعة حلوان
[2]مدرس مساعد بقسم الهندسة المعمارية ـ المعهد العالي للهندسة والتكنولوجيا بالتجمع الخامس

Abstract

The technological development lead to the development of many systems and materials and their use within different facilities, which made the buildings take a direction compatible with the environment and in line with the trends that call for friendship with the environment and the preservation of human health.

The optimal choice of building materials also greatly affects Thermal comfort. Using different materials and modern technology improves material efficiency. As a result of a lack of benefit from the use of environmentally friendly building materials technologies.

Where the research studies Therapeutic architecture as an architectural trend that calls for reconciliation between human and the environment on the one hand and between human and building on the other hand, where the health conditions of individuals and societies are affected by health determinants. A study of both environmentally friendly materials technologies and their role in the Therapeutic building to achieve Thermal comfort in order to reach a health system achieved for therapeutic that has suffered from both the environment and people for a long period of time.The study is concerned with clarifying that environmentally friendly materials contribute to achieving some therapeutic standards such as good ventilation, healthy heat, protection from dust, insects, lighting and landscapes that constitute a strong impact on individuals and providing an appropriate environment for Therapeutic building users.

The research concludes with recommendations, the most important of which is the need to apply environmentally friendly materials technologies to achieve Thermal comfort and achieve Therapeutic in the building, the need to test the impact of materials technologies on the health of individuals when it is proven that no harm can be applied.The importance of achieving therapeutic standards because of their impact on the health of users of the vacuum and the impact on its production efficiency.

ملخص البحث باللغة العربية:

إن الاختيار الأمثل لمواد البناء يؤثر بشكل كبير على تحقيق الراحة الحرارية بالفراغات للمستخدمين، فباستخدام التقنيات المختلفة للمواد والتكنولوجيا الحديثة يحسن من كفاءة المادة. حيث يقوم البحث بدراسة العمارة الاستشفائية كاتجاه معماري يدعو الى التصالح ما بين الإنسان والبيئة من ناحية وبين الانسان والمبنى من ناحية أخرى، حيث تتأثر الأوضاع الصحية للأفراد والمجتمعات بالمحددات الصحية، فتصميم البيئات المبنية يواجه تحديات متعددة فمنها المتعلق بالطاقة، البيئة، الصحة، لذا سيتناول البحث دراسة كلا من تقنيات المواد الصديقة للبيئة ودورها في المبنى الاستشفائي لتحقيق الراحة الحرارية للوصول إلى منظومة صحية محققة للاستشفاء الذي عانى منه كلا من البيئة والإنسان لفترة زمنية طويلة.

وتهتم الدراسة بتوضيح أن المواد الصديقة للبيئة تسهم في تحقيق بعض معايير الاستشفاء كالتهوية الجيدة والحرارة الصحية والحماية من الأتربة والحشرات والإضاءة والمناظر الطبيعية التي تشكل تأثير قوى على الأفراد وتوفير بيئة مناسبة لمستخدمي المبنى الاستشفائي.

ويستنتج البحث توصيات من اهمها ضرورة تطبيق تقنيات المواد الصديقة للبيئة لتحقيق راحة المستخدمين وتحقيق الاستشفاء بالمبنى، ضرورة اختبار مدى تأثير تقنيات المواد على صحة الأفراد عند ثبوت عدم حدوث أي ضرر يمكن تطبيقه، واهمية تحقيق معايير الاستشفاء لما لها من تأثير على صحة المستخدمين للفراغ والتأثير على كفاءته الإنتاجية.

الكلمات المفتاحية:

العمارة الاستشفائية-الراحة الحرارية-المواد الصديقة للبيئة-مواد (النانو-ذكية-حيوية-ايكولوجية).

١ـ مقدمة:

شهدت العقود الأخيرة عدة طفرات من تطور الفكر التكنولوجي، مما أدى إلى تطوير العديد من الأنظمة والمواد واستخدامها داخل المنشآت المختلفة، مما أدى إلى حدوث الكثير من التغيرات الإيجابية داخل هذه المباني، حيث أصبحت هذه المباني متوافقة مع البيئة ومتماشية مع العديد من التوجهات المعمارية والتي تدعو للصداقة مع البيئة وتحقيق الاستدامة ، فأصبحت أكثر استجابة للظروف الحالية من قضايا التلوث وصحة الإنسان والتي أثرت بدورها على المنتج المعماري واصبحت تسعى الى تحقيق التوافق التام مع البيئة بدلا من تحقيق نسبة ما مما يسهم في تحقيق الفكر الاستشفائي.

١ـ١ أهمية البحث

يلقى البحث الضوء على اهمية دور المواد الصديقة للبيئة في تحقيق الراحة الحرارية عند تطبيقها بالمباني الاستشفائية وذلك من خلال إطار معرفي يسهم في توضيح هذه التقنيات، حيث اسهمت المواد الصديقة للبيئة في تحقيق الراحة والاستشفاء لمستخدمي الفراغات عند الاختيار من تقنيات المواد الصديقة للبيئة وتطبيقها بالمباني، فاستخدام هذه التقنيات أسهم في تحقيق كلا من الراحة الحرارية وبالتالي الاستشفاء.

٢-١ إشكالية البحث

وجود قصور في الاستفادة من استخدام تقنيات مواد البناء الصديقة للبيئة بحيث تحقق أعلى كفاءة ممكنة للوصول للراحة الحرارية بالمبنى الاستشفائي.

٢- استشفاء المباني[١]

أصبح التطور الحضاري موازيا لبعد الانسان عن الطبيعة .حيث سعى الانسان إلى تغيير الطبيعة وتطويعها تلبية لطموحاته وتحقيقا لأقصى غاياته , مما أدى في النصف الثاني من القرن العشرين الى ظهور مشاكل بيئية كثيرة تمثلت في تلوث الماء والهواء وارتفاع درجة حرارة الأرض (الدفء الكوني) , واستنفاذ الموارد غير المتجددة وتدهور الطبيعة وصحة الانسان ورفاهه الذهني والروحي.

٢-١ مفهوم الاستشفاء

يعرف الاستشفاء بانه **"غياب المرض "**، فجسم الانسان يتكون من مجموعة من الأعضاء يجب حمايتهم من مسببات الامراض ومراعاة اعتبارات الحماية لهم مع عدم إغفال الاحتياجات النفسية كعنصر بشرى.

فالصحة هي" حالة تتكامل بتوافر الاحتياجات العقلية والفيزيائية والكفاءة البدنية مع عدم إغفال غياب الامراض".

٢-٢ معايير استشفاء المباني[٢]

عند دراسة المعايير الحاكمة التي تؤثر على مدى استشفاء المبنى نجد ان هناك عدة معايير اساسية لا يمكن الوصول لمبنى استشفائي دون تحقيقها وتتم من خلال توافق البيئة الداخلية مع هذه المعايير ومدى تحقيقها لها فهناك ١٢ معيار اساسي للوصول لمبنى استشفائي كما في شكل(١) وتتمثل في الاتي:

٢-٢-١التهوية:

حيث يهتم ذلك المعيار بأهمية تجديد الهواء المتواجد بالفراغ بصفة دورية لأن الاشخاص يقضون معظم وقتهم داخل المبنى حيث يتمثل وجودهم في ٩٠٪ من يومهم. ويتطلب ذلك استخدام انظمة ميكانيكية تساعد على تغيير الهواء بشكل مستمر داخل الفراغ كذلك تؤثر هذه الأنظمة الميكانيكية على درجة الحرارة والرطوبة في محاولات لتحسين نوعية الهواء الداخلي حيث يقاس الحد الادنى للتهوية الجيدة بمقدار ٢٠ قدم مكعب في الدقيقة لكل ٠,٨ للمبنى المشغول بالمستخدمين. حيث اجريت الابحاث في هارفارد التي تم استخدام آداه محاكاة واقعية لاختبار وظيفة ادراكية على العاملين في مكتب لمعدل التهوية له ٢٠ قدم مكعب في الدقيقة لكل شخص مقابل ٤٠ قدم مكعب في الدقيقة لكل شخص حيث حققت كفاءة لصحة الأفراد بنسبة ٦٢الى ٧٠ % من ٧٠٠٠٠ عامل مما ساهم في رفع كفاءة العمل وبالتالي زيادة مرتباتهم بنسبة ٦٥٠٠ دولار للفرد بالسنة بينما وجد ان تكلفة الطاقة المستخدمة لتحقيق نفس التهوية اقل من ٤٠ دولار للفرد في السنة أي أقل ١ دولار للفرد في السنة عند استخدام انظمة تهوية ذو كفاءة فوجد أن فوائد توفير التهوية الجيدة تفوق معدلات التكلفة للطاقة المستخدمة حيث يمكن التخفيف من تكاليف الطاقة والأضرار البيئية.

٢-٢-٢جودة الهواء:

ان اختيار الأثاث الغير مصنع من مواد عضوية او شبه عضوية متطايرة قد تتسبب في تأثر صحة الاشخاص والحفاظ على نسبة الرطوبة بين ٣٠-٦٠٪. تستوعب أجسامنا الاف من ملوثات الهواء يوميا عن طريق التنفس وبعضها عن طريق الجلد مما يشكل مخاطر صحية على صحة الانسان حيث تنتج هذه المخاطر من احتواء الهواء على أكسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون والأوزون والجسيمات الدقيقة والمركبات العضوية المتطايرة مثل الديوكسين والفورمالديهايد والبنزين, وقد تأتى هذه الملوثات من وحدات الطباعة ومكافحة الآفات ولوازم التنظيف والدهان والغبار ومنتجات العناية الشخصية, كذلك بعض المخاطر الاشعاعية مثل غاز الرادون الذى ينبع من الصخور ويدخل الى المبنى من خلال الشروخ وهو من أحد مسببات سرطان الرئة. حيث هناك ٨٢٠٠٠ مادة من المواد الكيميائية التي تستخدم بشكل دائم لا تتوافر عنها بيانات تفيد بمدى صحتها لاستخدامها.

٢-٢-٣الحرارة الصحية:

لا تكتفي العمارة الاستشفائية فقط بتحقيق الحد الأدنى لمعايير الراحة الحرارية والرطوبة للمستخدمين والصيانة الدورية للمكان لمنع حدوث أي خلل. فقد اتجه الباحثين الى مصطلح جديد يسمى الحرارة الصحية بدلا من استخدام مصطلح الراحة الحرارية حيث يشمل مصطلح الصحة الحرارة الصحية جميع الظروف والأثار الحرارية على الصحة حيث يركز مصطلح الراحة على ما بداخل البيئة المبنية فقط بينما الحرارة الصحية على كل ما يؤثر على الافراد ويتمثل ذلك في ما حدث بفرنسا عام ٢٠٠٣م حيث موجة الحر التي أودت بحياة الكثيرون من السكان حيث ١٥٠٠شخص عام ٢٠٠٣م في فرنسا نتيجة لارتفاع درجه الحرارة لذا يجب عدم إهمال الحرارة الصحية داخل الفراغ و تحديد كافة الأثار الصحية والظروف الحرارية ومحاولة التصدي لها.

٢-٢-٤الأضاءة والمناظر الطبيعية:

عند الاعتماد بشكل كبير على الإضاءة الطبيعية اثناء فترات النهار والعمل على ادخال الطبيعة داخل الفراغ يسهم ذلك في توفير الراحة النفسية للمستخدمين. نتيجة للاتجاه نحو تغيير الساعة البيولوجية للأفراد عن طريق تغيير ساعات العمل حيث الساعات المسائية أدى ذلك إلى الإصابة ببعض الأمراض نتيجة لتغيير الساعة البيولوجية.فضوء النهار يسهم في توفير بيئة صحية جسديا ونفسيا مما يحقق بيئة عمل جيدة للإنتاج أدت إلى تنظيم الهرمونات وزيادة المناعة وانضباط الحالة المزاجية للإنسان وتقليل أمراض السكر وضغط الدم وأمراض القلب والنوم الجيد وتقليل إجهاد العين.

٢-٢-٥الضوضاء:

إن الحفاظ على مستوى الصوت للمستخدمين لا يزيد عن ٣٥ديسيبل عن طريق الاختيار الجيد لاماكن المبنى وإذا لزم الامر فلابد من استخدام المعالجات للوصول للحد المسموح. قد لوحظ أن حوالي ٣٠ ألف أمريكي يتعرض لفقدان السمع سنويا وحوالي ٦ مليون يتعرضون لضعف السمع يتراوح أعمارهم من ٢٠-٦٩ عام بسبب الضوضاء ويرجع ذلك إلى إصابتهم بسبب الضوضاء بأماكن العمل أو بأماكن عامة.

٢-٢-٦كفاءة المياه:

وفقا لمنظمة الصحة العالمية عام ٢٠١٥م أن ٤,٢ بليون شخص يستخدم المياه بشكلها التقليدي و٢,٤ بليون يستخدمون المياه الطبيعية والمعالجة كمياه الآبار حول العالم. فخلال عامي ٢٠١١,٢٠١٢ م اصدرت مراكز السيطرة والوقاية بالولايات المتحدة أن هناك ٤٣١ فرد اصابه الأذى من المياه ومن ضمنهم ١٤ قتيلا فأكثر هذه الأمراض سببه الرئيسي هو شبكة المياه. ويعد السبب الرئيسي في تلوث المياه هي المواسير التي تمر من خلالها حيث التفاعل بين المادة المصنوعة منها مع المياه مسببة أمراض للمستخدمين ولعل من هذه المعادن النحاس وغيرها من المواد التي تستخدم في صناعه المواسير.

٢-٢-٧مكافحة الاتربة والحشرات:

تم وضع خطة المكافحة المتكاملة للآفات مع التركيز على التدابير الوقائية مثل إغلاق نقاط الدخول لمنع تراكم الرطوبة، وإزالة القمامة وتجنب استخدام مبيدات الحشرات حيث نسبة تعرض البالغين للتلوث اقل الى النصف عن الأطفال. فيعد الغبار هو أحد الخزانات للملوثات المتمثلة في الفيروسات والبكتريا والكيمياويات والمواد المثيرة للحساسية الناتجة من الحيوانات الأليفة او الجراثيم وغيرها التي تتسبب في نقل الأمراض الى مستخدمي الفراغ. وبالرغم من أن المبيدات الحشرية تستخدم لقتل الحشرات إلا انها يحرم استخدامها لأنها تتسبب في نقل الأمراض للإنسان المستخدم لهذه المنتجات أو الفراغات.

٢-٢-٨الرطوبة:

ضرورة الحفاظ على نسبة الرطوبة المناسبة للمستخدمين واستبدال المواد الملوثة التي قد تتسبب في رفع نسبة الرطوبة. فقد أجريت الدراسات في أوروبا وكندا والولايات المتحدة على ضرر ارتفاع نسبة الرطوبة بالمنازل فوجدوا تأثيرها على ٣٦٪ من المنازل. كذلك نسبة ٨٥٪ من المكاتب الادارية بالولايات المتحدة الامريكية تأثرت بنسبة الرطوبة وأثرت عليها وعلى المستخدمين حيث انتشار الامراض الناتج عن زيادة نسبة الرطوبة. فقد أوضحت الابحاث بين عامي ١٩٩٤م و٢٠٠١م أن مصادر الرطوبة قد تتواجد داخل المبنى من خلال عده عناصر متمثلة في تسربات من الأسقف والنوافذ ومواسير المياه لذا يجب عزلها واحكامها بدقة حتى نتفادى زيادة هذه النسبة وعدم تكون الفطريات وانتشار الامراض بسبب زيادة نسبة الرطوبة مثل الربو والعطس والحساسية والطفح الجلدي, فقد اجريت دراسة بالسويد عام٢٠٠٤م على العاملين بالمصانع وجد انهم بنسبة ٢١٪ مصابين بأمراض الربو والحساسية على عكس المدرسين

والطلاب حيث تزداد النسبة نتيجة لقله المناعة لدى الاطفال بالمدارس وبالتالي انتشار الأمراض وانتقالها للمدرسين مما يجعل نسبة تعرضهم للأمراض أكبر عن غيرهم.

٢-٢-٩الأمن والأمان:

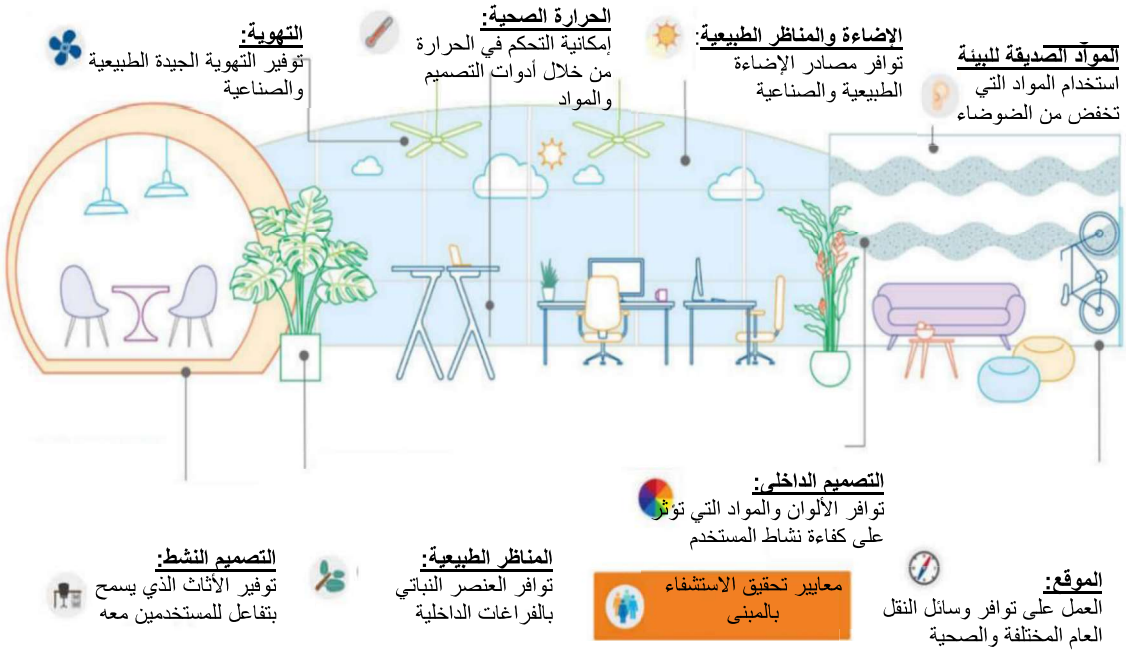
من الضروري توفير الامن والامان والمراقبة للمستخدمين داخل وخارج المبنى ووجود خطه مسبقة عند حدوث أي ضرر فجائي. فعند عدم الاحساس بالأمان يؤثر ذلك على صحة الافراد حيث ارتفاع نسبة الادرينالين وسرعة ضربات القلب وزيادة ضغط الدم وقد يؤثر هذا الإحساس بالسلب على المناعة لدى الافراد وتلف الشرايين والسرطان لذا يجب توافر هذا المعيار داخل الفراغ، وقد يؤثر الخوف بالسلب على الأطفال في البيئة الدراسية ويعطيهم احساس بعدم الأمان ويتسبب في الاضطراب وعدم التركيز.

٢-٢-١٠منع التدخين:

العمل على فرض غرامات وعقوبات حتى نقلل من انتشار التدخين وخصوصا بالأماكن العامة مما يساهم في الحفاظ على صحة الانسان. قد أوجدت بعض المنظمات سياسة جديدة تجرم التدخين في مسافة تقل عن ٢٠ متر عن أقرب مبنى ووضع قوانين صارمة ضد المدخنين بالأماكن العامة وأماكن العمل[٣].

٢-٢-١١ممارسة الانشطة:

بتوافر الأماكن اللازمة لممارسة الرياضة باعتبارها من أحد الاركان الهامة للحصول على اللياقة البدنية، فبتزويد التصميمات الخاصة بالمبنى بعناصر اتصال مريحة مثل السلالم التي تشجع الافراد على استخدامها لما لها من دور فعال في النشاط البدني، واتبع ارشادات السلامة المهنية لضمان سلامة بيئات العمل



شكل ١ يوضح تحقيق معايير العمارة الاستشفائية بالفراغات الداخلية بالمبنى. المصدر:-https://www.worldgbc.org/news-media/building-business-case-health-wellbeing-and-productivity-green-offices. Accessed 11-3-2020

٣- الراحة الحرارية

تعتبر الراحة الحرارية من أهم العوامل الصحية "الفسيولوجية" المؤثرة على الراحة العامة للإنسان ويشعر بها عند حدوث اتزان بين المؤثرات المناخية المحيطة وجسم الإنسان حيث يمكن للوسط المحيط إزالة حرارة الجسم ورطوبته الزائدة بنفس معدل إنتاجها مع المحافظة على ثبات درجة حرارة الجسم عند ٣٥-٣٧ درجة مئوية.

٣-١ مفهوم الراحة الحرارية[٤]

ويعرف "واطسون" الراحة الحرارية بأن "**المناخ عامل يؤثر على قدرتنا العقلية والإنسانية كما يؤثر على قدرتنا على الاستمتاع والراحة الحرارية**". ويفضل بعض الباحثين مثل "**أولي جاي**" تعريفها بطريقة عكسية بمعنى "**الراحة الحرارية أو التعادل الحراري هي حالة لا يشعر معها الإنسان بالبرودة أو بالحرارة**".

٣-٢العوامل المؤثرة على الراحة الحرارية[٥]

هناك العديد من العوامل المؤثرة على الراحة الحرارية للإنسان منها العوامل المناخية وأخرى متعلقة بالحالة الخاصة بالإنسان والموضحة في شكل (٢) وهي كالاتي.

٣-٢-١تصميم المبنى:

تؤدى العوامل المناخية دورا أساسيا في تصميم المبنى من حيث شكله وتوجيه والتصميم الداخلي للفراغ حيث تختلف هذه العناصر باختلاف المنطقة المراد التصميم بها

٣-٢-٢العوامل المناخية:

وهي المتطلبات التي يجب توافرها من أجل بيئة حرارية ملائمة لتأدية الإنسان لأنشطته المختلفة مثل درجة الحرارة والرطوبة والتهوية الملائمة والإشعاع الشمسي، يمكن الوصول إلى الراحة المناخية داخل المبنى معماريا بواسطة ما يسمى بالإعاقة الزمنية عن طريق الغلاف الخارجي للمبنى وإذا لم تكفي يلزم استعمال الوسائل الميكانيكية لضبط الأداء البيئي للمبنى كما تتحدد الراحة المناخية وفقا لمجموعة عوامل يؤثر كل منه في مقدار إحساس الإنسان بالراحة والتوازن وبالرغم من اختلاف وأهمية كل مؤثر من كائن إلى آخر إلا أن هذه العوامل في مجملها تحدد مجال الراحة المناخية للإنسان.

٣-٢-٣العناصر البشرية:

تتمثل عدة صور مثل شكل الجسم والنشاط الذي يؤديه لأنه يتوقف على إذا ما كان سمين او نحيف فكلا منهم له قدرته على أداء الأنشطة، كذلك الغذاء يؤثر بكمية الطاقة التي يعطيها للجسم لإجراء الأنشطة المختلفة بالإضافة إلى الحاجة إلى الملابس التي تناسب كل منطقة مناخية لتحقيق الراحة للمستخدمين. كما ان

هناك عدة عوامل نفسية وصحية تؤثر على أداء المستخدم يجب ان تؤخذ بالاعتبار ويمكن تصنيف عوامل البشرية الى عوامل شخصية فيزيقية وشخصية نفسية وشخصية صحية.

شكل ٢العوامل المؤثرة في الراحة الحرارية – بتصرف الباحث.

٤- المواد الصديقة للبيئة[٦]

حددت وكالة حماية البيئة الأمريكية الملوثات الناتجة عن تشييد المباني التي تؤثر على صحة الإنسان فمن هذه الملوثات ما ينتج عن استخدام مواد إكساء تضر بالصحة كاستخدام مادة البولي يورثيين السامة في دهان الأخشاب المستخدمة في إكساء الأرضيات والأسقف، ومادة الفوم المستخدمة في العزل الحراري والتي تسبب انبعاث بخار الفورمالدهايد وهي أبخرة خطرة على صحة الأنسان

٤-١ مفهوم المواد الصديقة للبيئة

هي تلك المواد التي لا تستهلك كميات كبيرة من الطاقة سواء في مرحلة التصنيع أو التركيب أو الصيانة".

٤-١-١خصائص المواد الصديقة للبيئة

تسهم المواد الصديقة للبيئة في حل القضايا البيئية العالمية، وتعزز تحسين البيئة في جميع أنحاء دورة حياة المبنى بأكملها مع الحفاظ على الأداء وعادة ما تسمى بمواد مفضلة بيئياً

- يمكن أن تكون بعض المواد صديقة للبيئة بشكلها الطبيعي مثل الخيرزان.
- تكون صديقة للبيئة بالتقنية التي استخدمت بها بالمبنى مما يجعل تأثيرها إيجابي على البيئة.

٤-١-٢مميزات المواد الصديقة للبيئة:

١. تحسين خصائص المواد عن طريق استخدام التقنيات الحديثة التي تحسن من الصفات الميكانيكية والفيزيائية والكيميائية والحرارية لتلبى الاحتياجات البيئية.
٢. التعايش المتناغم مع المحيط الحيوي بتقليل الأضرار التي لحقت بالبيئة الطبيعية.
٣. لا تسبب أضرار صحية للمستخدمين
٤. لا يكون لها أثار سلبية على البيئة.
٥. القدرة على الحد من استهلاك الطاقة.
٦. أن تكون لها صفات مفيدة للبيئة.
٧. إنها قابلة لإعادة استخدامها وإعادة تدويرها مرة أخرى.

٤-٢طبيعة المواد الصديقة للبيئة

تصنف المواد الصديقة للبيئة إلى ثلاث أنواع رئيسية من حيث **طبيعة المادة** (مواد عضوية -ألياف صناعية -ألياف معاد تدويرها مواد طبيعية)، بينما تصنف من حيث **مصدر المادة** (مواد متجددة -مواد معاد تدويرها) من حيث الاستخدام (مواد تستخدم في عمليات المعالجة -مواد تهتم بالصحة-مواد تحقق كفاءة الطاقة)

٤-٣مفهوم تقنيات المواد الصديقة للبيئة[٧]

عرف مصطلح **التقنية Technology** منذ القرن الخامس عشر وتناوله الكثير من الباحثين بالبحث والتحليل، ولقد اختلفت وتنوعت المداخل لتعريف التقنية فقد تم تعريفها على أنها:

"مقدار الاستفادة من الفكر الإنساني *لتطويع* المادة واستخدامها في خدمة العالم والبشرية ".

بينما تعرف الطريقة **Technique** بأنها طريقة إنتاج منتج معين، أي أنها ترتبط عضوياً بالنشاط الإنتاجي نفسه حيث تحدد أسلوب أداء هذا النشاط، وأي نشاط إنتاجي لا يمكن أن يتم إلا عبر طريقة أو تكنيك معين، أما **التقنية Technology** فهي نشاط يجرى في مستوى أعلى من مستوى النشاط الإنتاجي مستهدفاً تعديل الطريقة **Technique** إلى طرق جديدة لزيادة كفاءة المنتج أو اختصار زمن الإنتاج.

٤-٤تصنيف تقنيات المواد الصديقة للبيئة:

٤-٤-١تقنية المواد الذكية[٨]:

أ- تعريف المواد الذكية:

هي المواد القادرة على الإحساس والتجاوب مع البيئة المحيطة بالطريقة المطلوبة والمحدد من قبل بحيث تستطيع تغيير خصائصها الفيزيائية (كالشكل واللون ودرجة اللزوجة) استجابة لمحفزات طبيعية أو مصطنعة وتقوم في بعض الحالات بعمل تصحيحي، وتنقسم إلى نوعان مواد ذكية متغيرة الخواص (Property changing Smart Materials) ومواد ذكية محولة للطاقة (Energy changing smart materials).

ب- خصائص المواد الذكية:

- التغير والتحول ليلائم الظروف المحيطة.
- القدرة على العمل خلال منظمات الكترونية.
- سرعة الاستجابة للمحفز الخارجي.
- إمكانية التحكم عن بعد.
- حساسة وقابلة للتطور والتكيف.
- خفة الوزن وقوة التحمل.

٤-٤-٢ تقنية مواد النانو[٩]:

أ- تعريف مواد النانو:

النانو تكنولوجي هو دراسة خواص الجزيئات والمركبات التي لا يتجاوز مقاييسها الـ ١٠٠نانو متر، فتقنية النانو هي تطبيق لهذه العلوم وهندستها لإنتاج مخترعات مفيدة. حيث يتم التحكم على المستوى الذرى.

ب- خصائص مواد النانو:

- إمكانية التحكم بتحريك الذرات منفردة بدقة وإعادة ترتيبها.
- الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة عند مقياس النانومتر تختلف عنها عند مقياسها الطبيعي.
- إمكانية التحكم بالذرات في صنع المواد والآلات وتنقيتها من الشوائب وتخليصها من العيوب.
- تعتمد تقنية النانو على الأبحاث العلمية التي تتصف بإمكانية تطبيقها في الاستخدامات المفيدة.
- إمكانية بناء أي مادة لان الذرة هي وحدة البناء لكل المواد.
- اكتشاف خصائص جديدة أفضل للمواد، فهي أصغر وأخف وأقوى وأسرع وأقل استهلاكاً للطاقة.

٤-٤-٣تقنية المواد الحيوية[١٠]

أ- تعريف المواد الحيوية:Bio Materials Definition هي تلك المواد التي يتم استخدامها وتكييفها لعديد من الاستخدامات الطبية والهندسية وغيرها، كما تعرف بأنها مواد تعمل على الانضباط بما يتعلق بتطبيق الأنماط البيولوجية. وتعتمد في التطبيق على الكائنات الحية في الاستخدامات الصناعية. وتنقسم المواد الحيوية إلى **مواد معاد تدويرها** تسهم في إعادة استخدام المواد والطاقات في تخفيض الطاقة متمثل في محطات معالجة مياه الصرف الصحي، السماد، فرز النفايات وإعادة تدوير مواد البناء، **المواد المحلية المتاحة مواد يتم فيها المزج بين التقنيات:** يتمثل ذلك فيما توصل إليه المجتمع من تكنولوجيا مع المزج بين التقنيات الحديثة التي يتم الاستفادة منها في تطوير الطرق التقليدية لتحسين الكفاءة في توفير الطاقة والحصول على أقصى كفاءة.

ب- خصائص المواد الحيوية: characteristics of Bio Materials

- استخدام نهج صديق للبيئة.
- الحفاظ على الطاقة وتوفيرها.
- الاستمرارية (بيئة داخلية وخارجية صحية-مع المجتمع-اقتصاديا-العلاقة مع الطبيعة).

٤-٤-٤تقنية المواد الإيكولوجية[١١]:

أ- تعريف المواد الإيكولوجية: هي مجموعة المواد الطبيعية الغير ملوثة للبيئة عند استخدامها وتسهم في المحافظة على صحة الإنسان، كما تعتبر مجموعة المواد القابلة للتحلل والتي يمكن استخدامها أكثر من مرة مواد إيكولوجية، كما تعرف بأنها تلك المواد التي تتكون من مجموعة عناصر متجددة سريعة النمو حتى لا تسبب في فناء المورد الأصلي.

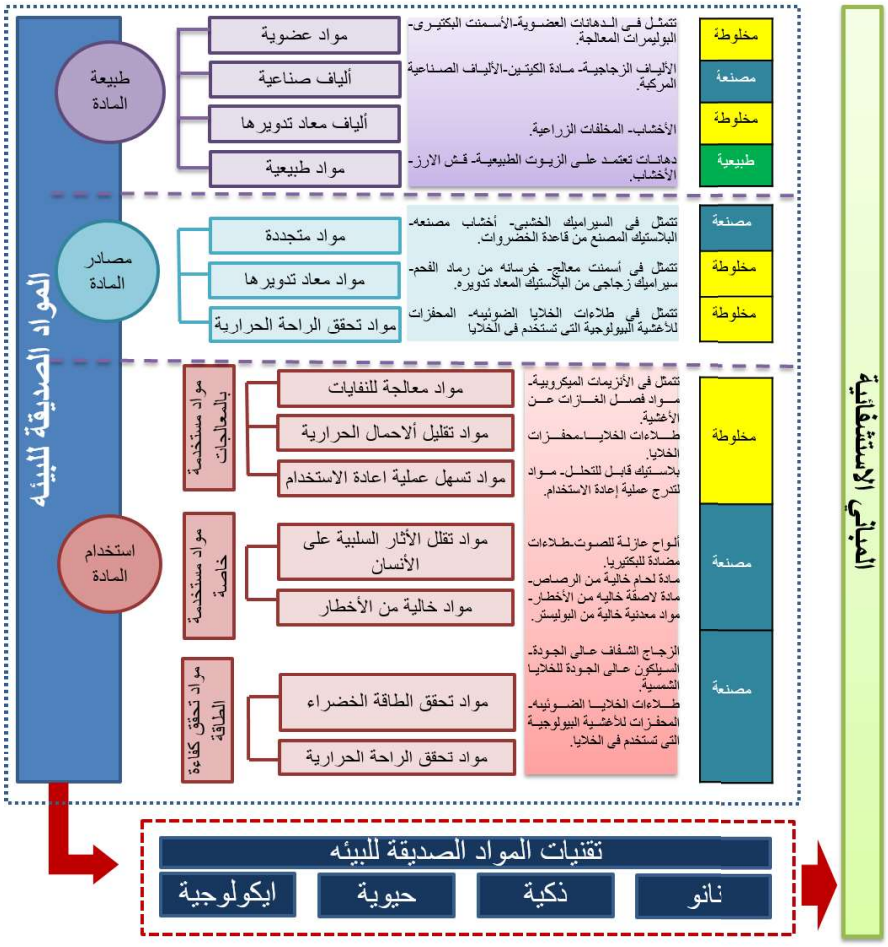
ب- خصائص المواد الإيكولوجية[١٢]:

- مواد طبيعية المصدر.
- مواد قابلة للتحلل.
- مواد نظيفة
- من مصادر متجددة.
- قليلة الطاقة المدمجة.

ومما سبق يتضح أنه يمكن الوصول إلى تحقيق الراحة الحرارية من خلال تطبيق تقنيات المواد الصديقة للبيئة في المبنى الاستشفائي لما لها من خصائص حماية للإنسان من الأمراض.

٥- تأثير تقنيات المواد الصديقة للبيئة على المباني الاستشفائية:

يمكن ان تصنف المواد الصديقة للبيئة الى (طبيعة المادة-مصادر المادة-استخدام المادة)، ولكن المادة بشكلها الطبيعي لا يمكن دائما ان تحقق الغرض منها لذا يتم تحسين صفاتها من خلال خلطها وتصنيعها باستخدام أحد التقنيات السابق ذكرها(نانو-ذكية-حيوية-ايكولوجية) حتى يمكن تطبيقها بالمبنى لتحقيق الاستشفاء كما تم توضيحه في شكل(٣).



شكل٣ يوضح تصنيف تقنيات المواد الصديقة للبيئه المحققه للإستشفاء. المصدر:الباحث.

٦-دراسة تحليلية لدور المواد الصديقة للبيئة بالمبنى[١٣]: يختص هذا الجزء من البحث بدراسة تحليلية لمواد البناء لإثبات مدى تأثيرها على تحقيق الراحة الحرارية وتحقيق الصداقة مع البيئة وذلك من خلال تحليل أمثلة طبقا لتقنيات المواد الصديقة للبيئة التي تم استنتاجها مما سبق.

المشروع الأول[١٤]:

مبنى Mahlum Portland office			
المعماري	Mahlum Architects(Portland)	الزمن	٢٠١٩
الموقع	Portland, OR, USA	نظام التقييم المعتمد للمشروع	Petal Certificated

التعريف بالمشروع: يعد المبنى هو مبنى جديد لمبنى اداري سابق لم يكن يوفر الاحتياجات الاساسية الموظفين (الضوء-جودة الهواء) بالإضافة للمرونة نتيجة للزلازل بالمنطقة فتم استخدام هياكل خشبية، مع ضرورة الاحتفاظ بالاتصال بالبيئة المحيطة. وتم توفير قاعة كبيرة تستخدم للتعرض للضوء نهارا وتستخدم للمناسبات ليلا. بالإضافة لأماكن للدرجات حيث أكثر من ٦٢ % من الموظفين يستخدمونها كوسيلة مواصلات أساسية. وتكونت كتلة المبنى من الاخشاب المعالجة FSC للتوافق مع البيئة.

تقنيات المواد الصديقة للبيئة المستخدمة بالمبنى							
المواد الصديقة للبيئة محل الدراسة		ذكية	حيوية	أيكولوجية	التطبيقات بالمبنى	معايير العمارة الاستشفائية	
خرسانة شفافة	إنشائي					التهوية	
ألواح المونيوم مغلقة							
البلاستيك الحيوي							
بلاستيك معاد تدويره							
مادة PMMA						الرطوبة	
مادة HDPE							
الواح مزدوجة							
الياف البلاستيك							
خرسانة بيئية						كفاءة المياه	
خرسانة معالجة							
الواح مزدوجة	تكميلي						
الياف البلاستيك							

	الزجاج المطلي					
	زجاج مضاد للانعكاس					
	مواد تنظم درجات الحرارة					
	مواد للحماية من الحريق					
	خلايا شمسية					
	بوليمرات الأخشاب					
	الواجهات الحيوية					
	الواجهات المعدنية الحيوية					
	مواد عاكسة للحرارة					
	زجاج معاد تدويره					
	بلاستيك معاد تدويره					
	أخشاب معاد تدويرها					
	مادة M Wood					
عزل	لميرا					
	ألواح العزل الحراري					
	مادةStyro Foam					
	ألواح العزل الفراغي					
	مادةCork Insulation					
	مادة Cellulose Insulation					
	مواد العزل الحيوية					
	مادةRigid Foam					
	مادة ICY nene					
	مادة صوف الاغنام					
طلاءات	طلاء Idea paint pro					
	ذاتية التنظيف بالتحفيز الضوئي					
	مضادة للانعكاس					
	دهانات ANZ					
	مادة بولي كربونيت					
	أسطح ترابية طاردة					
أخرى	خشب FSC					
	عزل صوف معدنيFF					
نتائج الدراسة	اعتمد المبنى على تقنيات المواد الايكولوجية بنسبة كبيرة التي تعتمد على المواد المأخوذة من الطبيعة وعمل تقنية حديثة لها للاستفادة منها بشكل أمثل والذكية لتحقيق الراحة الحرارية داخل فراغات المبنى.					

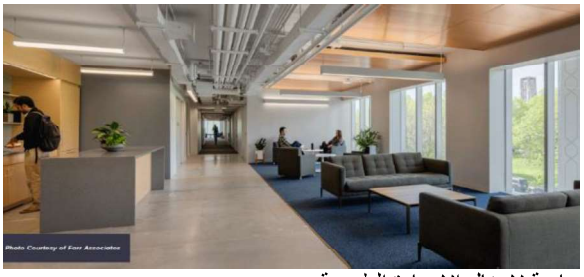
الإضاءة والمناظر الطبيعية	الحرارة الصحية	الأتربة والحشرات	جودة الهواء	الضوضاء		
لا تسبب عائق اثناء العمل حتى يحقق الاتصال مع الطبيعة من خلال الفتحات الزجاجية الكبيرة. مراعاة احتياجات الموظفين النفسية حيث توفير النباتات التي تغيير من بيئة استوديو العمل بالإضافة الى مراعات الاحتياجات الاجتماعية كتوفير أماكن لركن الدرجات	استخدام الاخشاب كحوائط فاصلة بين الفراغات وكجزء من الهيكل الانشاء المكون للمبنى استخدام الالواح الزجاجية المضادة للانعكاس حتى	للموظفين	وضوح الهيكل الخشبى بالاسقف والاعتماد على اللون الأبيض والألوان الفاتحة لاعطاء الإحساس بالراحة والهدوء حيث استخدم بمكان ترفيهى			

جدول ١تقنيات المواد الصديقة المستخدمة بالمبنى ومدى تحقيقها لمعايير الاستشفاء. المصدر: الباحث

المشروع الثانى[١٤]:

مبنى مركز كيليو بجامعة شيكاغو			
المعماري	**Farr Associates**	**الزمن**	**٢٠١٨**
الموقع	**Chicago, IL, USA**	**نظام التقييم المعتمد للمشروع**	**Petal Certificated**

التعريف بالمشروع: يقع المبنى بوسط الحرم الجامعي لجامعة شيكاغو واعتمد في تصميمه على الطراز الكلاسيكي ولكن بشكل جديد واستخدام مساحات كبيرة من الزجاج في المدخل للترحيب. حيث تم تصميم قلب المركز بفراغ سماوي مفتوح بحيث يطل عليه أدوار المبنى ويوفر مصدر طبيعي للإضاءة، كما اعتمد المبنى على المواد المعاد تدويرها والخالية من الملوثات. وتم ا استخدام الحجر الجيري ككسوة للواجهات

تقنيات المواد الصديقة للبيئة المستخدمة بالمبنى								
المواد الصديقة للبيئة محل الدراسة		ذكية	حيوية	أيكولوجية	التطبيقات بالمبنى	معايير العمارة الاستشفائية		
خرسانة شفافة	إنشائي					التهوية		
ألواح المونيوم مغلقة								
البلاستيك الحيوي								
بلاستيك معاد تدويره								
مادة PMMA						الرطوبة		
مادة HDPE								
الواح مزدوجة					اعتمد تصميم الواجهات على الاتجاه الكلاسيكي المكسو بالحجر الجيري خارجيا والمستخدم للأخشاب داخليا كما تم تصميم الفراغ الداخلي بفتحة			
الياف البلاستيك								
خرسانة بيئية								
خرسانة معالجة								
الواح مزدوجة	مكملة					كفاءة المياه		
الياف البلاستيك								
الزجاج المطلي								
زجاج مضاد للانعكاس						الضوضاء		
مواد تنظم درجات الحرارة								
مواد للحماية من الحريق								
خلايا شمسية					سماوية لإدخال الإضاءة الطبيعية.	جودة الهواء		
بوليمرات الأخشاب					اعتمد في دهان الفراغات الداخلية على مواد معاد تدويرها كذلك الزجاج المعاد تدويره وذلك لتقليل نسبة الكربون المنبعث.			
الواجهات الحيوية								
الواجهات المعدنية الحيوية					استخدام الفتحات الكثيرة نسبيا للإطلال على المناظر الطبيعية المتوفرة حول المركز لتوفير الراحة النفسية للمستخدمين للفراغات الداخلية.			
مواد عاكسة للحرارة								
زجاج معاد تدويره					استخدام الاخشاب المعاد تدويرها لتصميم وتنفيذ عناصر التصميم الداخلية بالفراغات كالسلالم والمدرجات بالفراغات الداخلية بالمبنى			
بلاستيك معاد تدويره								
أخشاب معاد تدويرها								
مادة M Wood								
لميرا	عزل					الأتربة والحشرات		
ألواح العزل الحراري								
مادةStyro Foam								
ألواح العزل الفراغي								
مادةCork Insulation								
مادة Cellulose Insulation						الحرارة الصحية		
مواد العزل الحيوية								
مادةRigid Foam								
مادة ICY nene								
مادة صوف الاغنام								
طلاء Idea paint pro	طلاءات					الإضاءة والمناظر الطبيعية		
ذاتية التنظيف بالتحفيز الضوئي								
مضادة للانعكاس								
دهانات ANZ								
مادة بولي كربونيت								
أسطح ترابية طاردة								
نتائج الدراسة		اعتمد المبنى على تقنيات المواد الحيوية بنسبة كبيرة التي تعتمد على المواد المعاد تدويرها واغلبها تكون مواد أصلها مواد حية وعمل تقنية حديثة لها للاستفادة منها بشكل أمثل والذكية لتحقيق الراحة الحرارية داخل فراغات المبنى.						

جدول ٢ تقنيات المواد الصديقة المستخدمة بالمبنى ومدى تحقيقها لمعايير الاستشفاء. المصدر: الباحث

المشروع الثالث[١٤]:

مبنى اداري بكاليفورنيا			
المعماري	Holi,Adams,Architectural,Nexus	الزمن	٢٠١٦
الموقع	Sacramento, CA, USA	نظام التقييم المعتمد للمشروع	Petal Certificated

التعريف بالمشروع: اعتمد تصميم المشروع على إعادة الاستخدام لمبنى قديم بحيث يتم تحويله لمبنى اداري يمكن التعايش به، حيث يسمح المشروع بزيادة معدل المياه بالمبنى والمنطقة، حيث تم تصميمه في فتره الجفاف بكاليفورنيا، كما اعتمد في تصميمه على توفير الطاقة من خلال بعض التقنيات، واعتمد على المناظر الطبيعية للاحتفاظ بالرطوبة خلا أشهر الصيف. كما تم انشاء مزرعة لتوفير المحاصيل للمنطقة.

تقنيات المواد الصديقة للبيئة المستخدمة بالمبنى

	المواد الصديقة للبيئة محل الدراسة	ذكية	حيوية	أيكولوجية	التطبيقات بالمبنى	معايير العمارة الاستشفائية
إنشائي	خرسانة شفافة				المبنى الادارى ملحق به حديقة لتوفير الراحة النفسية للمستخدمين بالإضافة الى توفير المحاصيل اللازمة للمنطقة	التهوية
	ألواح المونيوم مغلقة					
	البلاستيك الحيوي					
	بلاستيك معاد تدويره					الرطوبة
	مادة PMMA					
	مادة HDPE					
	الواح مزدوجة					
	الياف البلاستيك					
	خرسانة بيئية					كفاءة المياه
	خرسانة معالجة					
مكملة	الواح مزدوجة				عمل مجمعات للمياه للاستفادة منها في الزراعة بالموقع وسد احتياجات المبنى.	
	الياف البلاستيك					
	الزجاج المطلي					
	زجاج مضاد للانعكاس					الضوضاء
	مواد تنظم درجات الحرارة					
	مواد للحماية من الحريق					
	خلايا شمسية					
	بوليمرات الأخشاب					
	الواجهات الحيوية					جودة الهواء
	الواجهات المعدنية الحيوية					
	مواد عاكسة للحرارة					
	زجاج معاد تدويره					
	بلاستيك معاد تدويره					
	أخشاب معاد تدويرها					
	مادة M Wood					
عزل	لميرا				استخدام خلايا ضوئية لتحقيق كفاءة الطاقة بالمبنى كما استخدم الحوائط المزروعة للحفاظ على الرطوبة بفصل الصيف وتحقيق الراحة الحرارية	الأتربة والحشرات
	ألواح العزل الحراري					
	مادةStyro Foam					
	ألواح العزل الفراغي					
	مادةCork Insulation					الحرارة الصحية
	مادة Cellulose Insulation				للمستخدمين استخدام الفرش والدهانات في إضفاء روح من البهجة على مستخدمي الفراغ من خلال التصميم والألوان مع إدخال الطبيعة من خلا ل الفتحات الزجاجية الكبيرة التي تسهم في توفير الضوء والمناظر الطبيعية.	
	مواد العزل الحيوية					
	مادةRigid Foam					
	مادة ICY nene					
	مادة صوف الاغنام					الإضاءة والمناظر الطبيعية
طلاءات	طلاء Idea paint pro					
	ذاتية التنظيف بالتحفيز الضوئي					
	مضادة للانعكاس					
	دهانات ANZ					
	مادة بولي كربونيت					
	أسطح ترابية طاردة					
٢٠	الواجهات المعدنية الحيوية					
نتائج الدراسة	اعتمد المبنى على تقنيات المواد الحيوية التي تعتمد على الكائنات الحية في تصنيعها بالإضافة الى استخدام المواد الذكية لتحقيق الراحة الحرارية داخل فراغات المبنى كما اعتمد على الطبيعة بتوفير حديقة توفر اكتفاء من المحاصيل للمنطقة.					

جدول ٣تقنيات المواد الصديقة المستخدمة بالمبنى ومدى تحقيقها لمعايير الاستشفاء. المصدر: الباحث

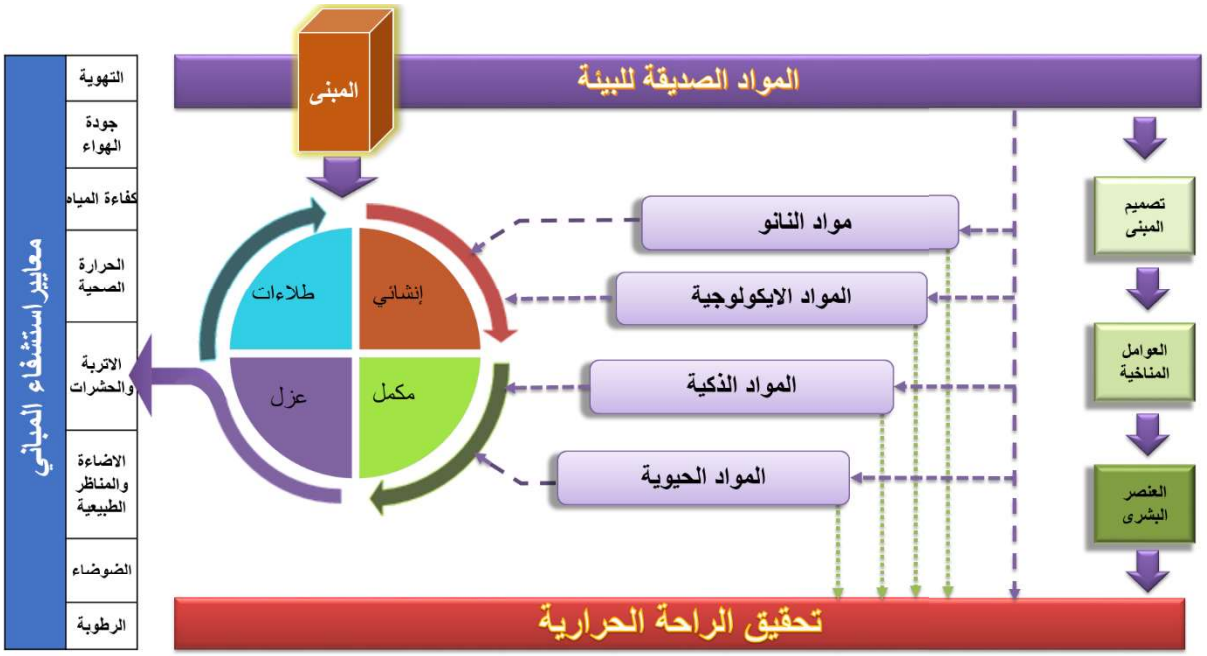
ومن خلال دراسة المشروعات السابقة تم ملاحظة عدة نقاط يمكن ان توضح أثر استخدام تقنيات المواد الصديقة للبيئة على مدى تحقيق معايير الاستشفاء بالمبنى كما بجدول(٤):

	ظهر بقوة		ظهور بشكل متوسط		ظهور بشكل ضعيف		عدم ظهور

دور المادة	معايير الاستشفاء	تهوية	جودة الهواء	الرطوبة	الأتربة والحشرات	الإضاءة والمناظر الطبيعية	الحرارة الصحية	الضوضاء	كفاءة المياه
	إنشائي								
	مكمل								
	عزل								
	طلاءات								
أثر المادة على المعايير الاستشفائية		اعتمدت معظم المشروعات على التصميم وليس المادة	اعتمدت معظم المشروعات على التصميم وليس المادة	أثرت المواد بنسبة ليست بقليلة لتقليل الرطوبة داخل المبنى	إثر استخدام المادة على التخلص من الأتربة والحشرات بشكل غير مباشر في المشروعات	وفرت المواد الإضاءة الجيدة للفراغات واعتمدت على التصميم في توفير المناظر الطبيعية	تم توفيرها بنسبة كبيرة من خلال المواد المستخدمة بالمشروعات	لم يظهر دور المادة في تقليل الضوضاء بطريقة مباشرة في المشروعات	لم يتم الاهتمام بها من خلال المواد ولكن ظهر من خلال التصميم
ظهر دور المادة واضح في تحقيق الحرارة الصحية من خلال جميع أجزاء المبنى (إنشائي-مكمل-عزل-فتحات) وكذلك تحقيق الحرارة الصحية، على العكس من تحقيق التخلص من الاتربة والحشرات. كما تم التحكم في الضوضاء وكفاءة المياه والرطوبة ولكن ليس بشكل قوى في جميع عينات الدراسة، بينما حققت التهوية وجودة الهواء بشكل متوسط بالمشروعات منن خلال تقنيات المواد والتصميم.									

جدول٤ يوضح إثر المواد الصديقة للبيئة على تحقيق معايير الاستشفاء بالمباني. المصدر: الباحث

ومما سبق يتضح إنه هناك علاقة قوية بين تحقيق الراحة الحرارية والعمارة الاستشفائية، فبتطبيق معايير الاستشفاء التي تدعو للاستفادة القصوى من إمكانات البيئة مع الاختيار المناسب لتقنيات المواد الصديقة للبيئة التي تدعم الاستشفاء للمبنى يمكن ذلك من تحقيق الراحة داخل الفراغات للمستخدم كما هو موضح بشكل (٤).



شكل ٤ يوضح كيفية تحقيق الراحة الحرارية بالمباني الاستشفائية باستخدام تقنيات المواد الصديقة للبيئة. المصدر: الباحث.

النتائج:

- تم اثبات الفرضية بأن المواد الصديقة للبيئة تعمل على تحقيق الراحة الحرارية بالمباني الاستشفائية.
- تطبق تقنيات المواد الصديقة للبيئة في المبنى خلال أربع اشكال (إنشائي-مكمل-عزل-طلاءات).
- توجد ثلاث مراحل أساسية يمر بها المبنى للوصول إلى مبنى استشفائي صديق للبيئة وتتمثل في المرحلة الأولى (مرحلة اختيار المادة)، المرحلة الثانية (مرحلة استخدام المعالجات)، المرحلة الثالثة (تحقيق الراحة الحرارية للمستخدمين).
- المادة لها إثر في تحقيق الاستشفاء وعلاقتها مباشرة ويظهر دورها في مواد الطلاءات والعزل وبخاصة الطلاءات لأنها موجودة بشكل مباشر مع المستخدم وغير مباشرة كما الإنشائية والمكملة.
- باستخدام المواد الحديثة وتطبيقها بكثرة وكثافة تخفض أسعارها وبالتالي انتشارها فهي تحقق عائد كبير على المدى الطويل وتطبيقها في حالة السعي لمبنى متعافي وعمارة استشفائية.

التوصيات:

على مستوى المعماري:

- توصية باستخدام المواد الصديقة للبيئة التي تحقق الراحة الحرارية وتحقق استشفاء المباني.
- الاطلاع الدائم على التقنيات الحديثة لمواد البناء التي تسهم في تحقيق الراحة للمستخدم.

على مستوى الهيئات العلمية والبحثية ومتخذ القرار:

- تبادل الخبرات والزيارات والدراسات المشتركة مع الجهات المعنية بما يحقق تعزيز مفهوم صناعة المباني الاستشفائية بمصر.
- تنظيم المؤتمرات وإقامة الندوات والورش التدريبية والتوعية بالأخطار البيئية المرتقبة وأهمية إعادة التعايش السلمي مع البيئة مرة أخرى مع ترسيخ فكر الراحة.
- عمل كود للعمارة الاستشفائية أسوة بكود الاستدامة لإمكانية تطبيقها والاستفادة من مميزاتها.
- دعم الاستخدام الدائم للمواد الحديثة والتوعية بمدى أهميتها حتى يتم استخدامها على نطاق أوسع وتقل تكلفتها.

المراجع:

[١] ع. الدمينى، غ. حلبوني، **"معايير الراحة الحرارية للأبنية السكنية في عدد من المدن اليمنية"**، ورقة بحثية، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، المجلد الخامس والعشرون – العدد الثاني، ٢٠٠٩، ص٤٠١.

[2] Allen, J. G., McNaughton, P., Laurent, J. G. C., Flannigan, S. S., Eitland, E. S., & Spengler, J. D. (2015). Green Buildings and Health. Current Environmental Health Reports, 2(3), 250-258.

[3] Joseph G. Allen,(2017),” The 9 Foundations of a Healthy Building”, In: Squire, L.R., editor. Encyclopedia of Neuroscience, Oxford, UK: Academic Press; (pp971-986.)

[4] 1 Browning, W., Ryan, C., Clancy, (2014) “Patterns of Basophilic Design: Improving Health and Well-being in the Built Environment”. Terrapin Bright Green. http://www.terrapinbrightgreen.com/reports/14-patterns/ Accessed 10-2-2020.

[5] https://www.worldgbc.org/news-media/building-business-case-health-wellbeing-and-productivity-green-offices Accessed 11-3-2020

[6] Huizenga, C., Abbaszadeh, S., Zagreus, L. & Arens, E. (2006) ,”Air quality and thermal comfort in office buildings’, ,https://www.researchgate.net/publication/284456661_Significance_of_Thermal_Comfort_in_Buildings_and_Its_Relation_to_the_Building_Occupants/link/5939844faca272bcd1c5194a/download Accessed 2-2-2020.

[7] Mohamed Atwa, (2015),” Towards NANO ARCHITECTURE :NANOMATERIAL IN ARCHITECTURE - A REVIEW OF FUNCTIONS AND APPLICATIONS”, RESEARCH ARTICLE, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Al-Azhar University. Sandro Carrara , (2011), “Nano-Bio-Sensing”, published by Springer, edition2,p210.

[8] **Guide green building in Jordan**, (2013), “Applications and concepts of green building”, Sustainable Design, Competition creative designs of green homes (Jo-Green 2013).

[9] [1] **Mohd Ariffin & Hazreena Hussein**, (2014), “Satisfaction and perception of residents towards bioclimatic design strategies,” Residential college buildings, Indoor and Built Environment, P13-15.

[10] [1]Pravin Khandve, (2014), Nanotechnology for Building Material, https://www.researchgate.net/publication/281064607_Nanotechnology_for_Building_Material Accessed 2-4-2020.

[11] [1] **Uhlig, A. D., Lacasse, M. and Nienabar, S**, (2015),” Green build International Conference and Expo2015”, https://greenbuildexpo.com/Attendee/ShowInfo Accessed 2-2-2020.

[12] [1] https://living-future.org/lbc/case-studies/mahlum-portland-office/ Accessed 2-6-2020.

[13] https://living-future.org/lbc/case-studies/university-of-chicago-harris-school-of-public-policy-keller-center/ Accessed 2-6-2020.

[14] https://living-future.org/lbc/case-studies/arch-nexus-sac/ Accessed 2-6-2020.