



الاستدامة في تصميم المباني

مصطلح وأبعاد

بقلم: م. هند راشد سعيد بن حسين

للتعليق: hind.binhussain@gmail.com

4. تصميم مباني ذات كفاءة عالية

وذلك عن طريق الموازنة بين الأداء والبيئة و الموارد والتركيز على الكلفة الكلية لحياة المبنى وليس الكلفة الأولى للتشييد.

محاور الأبنية المستديمة

وتحت هذه الأهداف تتفرع عدد من المحاور التي تسهل عملية مراقبة وتقدير مواصفات التصميم والتشييد والتشغيل ، ويمكن تلخيصها في ست محاور أساسية كالتالي:

1. الموقع والأرض.
2. الابتكار والتصميم.
3. إدارة الطاقة.
4. إدارة المياه والمياه المعالجة.
5. إدارة المواد والمخلفات.
6. جودة البيئة الداخلية.

المحور الأول: الموقع والأرض.

في هذا المحور يتم التركيز والتشجيع على :

- إعادة استخدام المبني والموقع وذلك لحماية الأرض والتقليل من تأثير التوسعات الجديدة على البيئة وخاصة الموقع المتضرر من الاستخدام السابق كالموقع الصناعية (Brown field).
- التحكم بالثرثرة الناتج عن المياه الجارية والإضاعة والتقليل من الجزر الحرارية (Heat Island) وزيادة الحرارة في المناطق الحضرية نتيجة لاستبدال الغطاء الطبيعية بالأرصدة والخرسانات.
- الاستفادة القصوى من البيئة المحيطة بحيث يتم اختيار موقع البناء ليخدم التطلعات البيئية كترشيد الاستهلاك من خلال استخدام البيئة المحيطة بشكل مباشر أو غير مباشر من أشعة الشمس والظل وظاهر السطح الطبوغرافية .
- تفريح إعادة التصنيع وذلك عن طريق تخصيص أماكن لها.
- زيادة كثافة الغطاء النباتي حول المبني والذي يساعد على تحسين الأجواء الداخلية للمبني وتزويده بالظل وتقليل الحرارة المفقودة في الشتاء و إمداده بالبرودة عن طريق التبخير والظل في الصيف.
- التشجيع على استخدام الأشكال المختلفة للموصلات عدا الفردية منها والتخطيط لها لتكون قريبة من طرق المواصلات الحالية.

المحور الثاني: التصميم والابتكار

و الهدف الأساسي من هذا المحور هو فهم البيئة الطبيعية المحلية لجعلها تعمل لصالح المبني من عدة نواحي و الاستفادة من عناصر المبني نفسه لدعم خصائصه الأخرى، وهي:

مفهوم الاستدامة يعتبر من أهم المواضيع التي تم التركيز

عليها في الآونة الأخيرة وهو مفهوم أشمل من الأبنية الخضراء، و يتمثل الفرق الرئيسي بينهما بأن الاستدامة عبارة عن عدد من الأنشطة يتم من خلالها تحويل غاية الأبنية الخضراء إلى أهداف محددة تستطيع على أساسها تقييم المباني

ويمكن تلخيص المقصد الأساسي للاستدامة بأنه تقليل تأثير البيئة المنشيدة على البيئة الطبيعية و تحسين فعالية المبني لضمان حياة ذات جودة عالية للأجيال المستقبلية.

مؤسسات وأهداف الأبنية المستديمة

يمكن تعريف الأبنية الخضراء بأنها "الأبنية التي تأخذ بالاعتبار وتحترم الترتيب الطبيعي للأشياء، وهو التصميم الذي يقلل التأثير السلبي للإنسان على الطبيعة المحيطة من مواد وموارد بالإضافة إلى النظم السائدة في الطبيعة" ، ومن هذا التعريف يمكن ملاحظة أن مفهوم الأبنية الخضراء عبارة عن هدف عام تم تحويله من قبل عدد من المؤسسات لأهداف واضحة وفاثات محددة لتسهيل تطبيقها لينشاً مفهوم الاستدامة، و من أهم هذه المؤسسات:

- المجلس الأمريكي للأبنية الخضراء (USGBC) والذي وضع نظام الريادة في تصميم الطاقة والبيئة (LEED)
- الجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة والتبريد وتكييف الهواء (ASHARE).
- مؤسسة أبحاث الأبنية لدعم التقييم البيئي والتي تخدم المملكة المتحدة وأوروبا وكندا.
- مجلس الإمارات للأبنية الخضراء (EGBC) والذي عدل في نظام الريادة في تصميم الطاقة والبيئة (LEED) ليتناسب مع بيئة الإمارات.

و بالرغم من اختلاف و تعدد نظم تقييم الأبنية المستديمة إلا أنها تركز على نفس الأهداف و المحاور، و تتلخص أهداف البناء المستدام كالتالي :

1. استخدام جميع الموارد من طاقة ومياه ومواد بشكل فعال وتقليل المخلفات (مبدأ تقليل، إعادة استخدام من ثم تدوير).
2. حماية الطبيعة التي هي المصدر لكل الموارد.
3. خلق بيئية مشيدة صحية للأجيال المستقبلية.

و بما أن الضغط داخل المبني أكبر من الضغط خارجه فإنه يتم الاستعانة بالنوافذ والمصاريع لخلف نيار هوائي وتصريف الهواء للخارج، وقد تستخدم اللوحات الضوئية (Photovoltaic) لغلق وفتح الفتحات والنوافذ وذلك لدعم سريان الهواء ولكن لهذه التقنية عيوب تحول دون استخدامها في دولة الإمارات نظراً للرطوبة والحرارة التي تقلل من فعالية الخلايا الضوئية.

و من أهم عيوب التهوية الطبيعية للمبني هي التلوث والضجيج والحرارة والرطوبة المصحوبة معها الحاجة لأجهزة معينة لتصفية الهواء.

د. النظام الشمسي غير المباشر: عن طريق استخدام الشمس كمصدر للحرارة من تدفئة وتسخين المياه والتهوية كما أنها تساعد على تقليل أحمال التبريد، ويتم ذلك عن طريق دمج عدد من عناصر المبني من جدران خارجية ونوافذ ومواد البناء لاستخدامها في الإنارة النهارية وتقليل المصايب الكهربائية ومنه تقليل الحرارة المتبعة من المصايب مما يقلل الحاجة للتبريد وبالتالي تقليل حجم أجهزة التكيف، وتقليل التكلفة الابتدائية وتكلفة الاستهلاك للمنشأة، أي أنه يقوم بتحسين أداء المبني ككل.

- **خلاف المبني:** يمكن تعريف غلاف المبني بأنه الجزء الفاصل بين البيئة الداخلية والخارجية للمبني، و يتتألف من السقف والجدران والنوافذ والأبواب، يقوم بحماية المبني وشاغر بيته وتنظيم البيئة الداخلية، كما يتحكم بسريان الطاقة، والتصميم الفعال لغلاف المبني يقلل بشكل كبير أحمال التبريد والتدفئة مما يقلل من حجم الأجهزة المركبة واستهلاكها المستقبلي.

أ. العزل الحراري الشامل: تعتبر أحمال التبريد أكبر مستنزف للطاقة مما أوجب إيجاد حلول ذكية من شأنها تقليل الطلب على أحمال التبريد.

العوازل الحرارية: و يعتبر العزل الحراري من أفضل الوسائل للمدى البعيد الذي يكفل توفير الطاقة وتخفيض فواتير الخدمات وتحسين جودة الهواء الداخلي للمبني، والعزل يكون إما عن طريق البلاط وحببيات الحشو الخفيف والرغوة للحد من انتقال الحرارة من داخل المبني إلى خارجه أو العكس. و يتم الجزء الأكبر من تسرب الحرارة من خلال النوافذ والجدران والأسقف وفتحات التهوية. وقدر الحرارة المتسربة من غلاف المبني 70% من الحرارة المراد إزاحتها بواسطة أجهزة التكيف.

ويوجد أنواع مختلفة من المواد العازلة ومنها العضوي (الصوف ، شعر الحيوانات ، الألياف و المواد السيليولوزية) مثل قصب السكر والقطن وأخشاب الباينو) وغير العضوية (كالصوف الزجاجي والفالين الصخري) والمواد الصناعية (المطاط والبلاستيك الرغوي والبوليسترين) والمواد العاكسة (الألمنيوم وصفائح الفولاذ و الورق العاكس و الدهان العاكس) ويتم استخدامها لدعم استدامة المبني وفعاليته على المدى البعيد.

الجدران والأسقف: يتم استخدام أسطح داخلية عاكسة ومواد لتضليل الجدران (مثل الأشجار ذات الظلل الوفيرة والمظللات) مما يقلل من حمل التبريد.

زراعة الأسطح: تم تطوير مواد أقل وزناً وأكثر كثافة من التربة تسمى "بافكل" يمكن استخدامها للزراعة على السطح أو يمكن استخدام التربة العادي لتنقلي حرارة المبني بشكل واضح، وهي قادرة على حبس الماء وامتصاص جزء كبير من مياه الأمطار أو حبسه حتى يتبخّر مما يقلل من آثار التلوث الناجمة عنه.

- **التصميم المتكامل للمنشأة:** : وذلك عن طريق ربط كافة النواحي المتعلقة بالمبني وجعل التصميم ذو فائدة في عدة جوانب (كالإنارة والتكييف والتصميم الداخلي والإنشاء) ومع أنها تبدو غير مرتبطة بعضها إلا أنه يمكن خلق فرص باستخدام إحدى هذه النواحي لخدمة النواحي الأخرى. ويتم من خلال جمع المختصين لتحديد النقاط الأساسية للاستفادة منها أثناء التصميم حيث يزداد نجاح فرص التصميم المتكامل وفعالية المبني إذا تم تحديدها مسبقاً ومن أهم هذه الفرص :

أ. استخدام الإنارة النهارية الطبيعية (Daylight): ويجب الموازنة بين الحاجة للمصايب الكهربائية والحرارة المصحوبة لها، ونظام الإنارة النهارية الطبيعية ذو فعالية عالية وأكبر شأناً من مجرد تقليل عدد أجهزة الإنارة وزيادة عدد النوافذ حيث يمكن التحكم بالشمس من خلال شكل وموقع المبني ووضع استراتيجيات فعالة لاستخدام الزجاج من حيث الحجم والموقع وتجويده بطريقة فنية أكثر منه هندسية.



ب. نقل الضوء بأنابيب للإنارة الطبيعية: هي تقنية يتم من خلالها نقل الضوء الطبيعي للشمس عبر أنابيب متعرجة ومسقمة للأماكن التي لا يصلها الضوء، حيث تعتمد على الانعكاسات في المناشير أو الألياف البصرية حتى تصل للأماكن الداخلية غير المطلة على الشمس بشكل مباشر، و من أهم ما يميز الإنارة النهارية الطبيعية أنها تزيد جمالية الديكور الداخلي و زيادة الإنتاجية لرواد المبني .

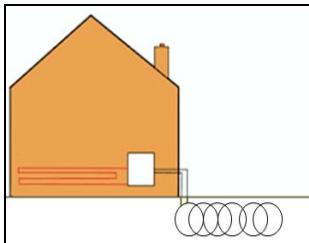


ج. التهوية الطبيعية: هو مفهوم قديم تم تحديثه وتبنيه حيث يتم استخدام اختلاف درجات الحرارة أو ضغط الهواء لخلق تيار هوائي في المبني، و تقوم هذه العملية على مبدئين أساسيين

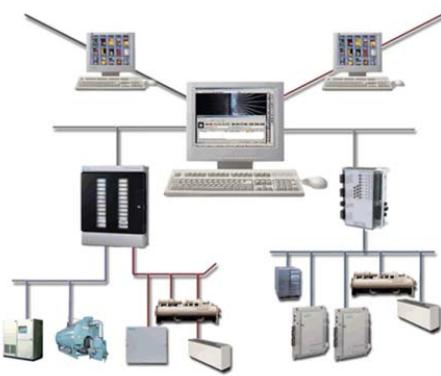


هما قابلية طفو الهواء (بفعل اختلاف درجات الحرارة) و سريان الهواء (بفعل اختلاف ضغط الهواء)، وهي من أهم استراتيجيات التبريد غير المباشر، و يمكن القول بأن طفو الهواء تم استخدامه منذ القدم في دولة الإمارات في البراجيل. واستخدام طفو الهواء في المباني مفيد في فصلي الصيف والشتاء وذلك نظراً لاختلاف درجات الحرارة داخل المبني و خارجه.

الحرارة بدلًا من توليدتها من خلال السخانات ، كما يمكن استخدام أبراج التبريد للتبريد ، و يمكن استخدام الطاقة الشمسية والخلايا الشمسية لتسخين المياه كذلك. و تعتمد التقنية المستخدمة على نوع الاستخدام والتتأكد بأن العوائد ستكون أكبر من التكاليف على المدى البعيد.



جـ. أجهزة الإدراة والتحكم بالأحمال (EMCS): لتلافي تبديد الطاقة ومراقبة الاستهلاك يمكن تطبيق تكنولوجيا المراقبة الذكية (محلي أو مركزي) لاستهلاك الطاقة ، مما يجعل من السهل التحكم بالأجهزة بطريقة أوتوماتيكية أو بواسطة مشغلين في غرفة التحكم ، ومن الضروري معرفة الاستهلاك و كيف يمكن عمله للتحكم بالأحمال.



دـ. الإنارة والتسلیکات: من أهم الفرص للإنارة هي التحكم المتطور بها باستخدام أجهزة الإحساس للتحكم بها بالإضافة إلى استخدام الإنارة النهارية الطبيعية التي تم ذكرها سابقاً. ويجب التأكد من الصيانة الدورية للتسلیکات. وبالنسبة للموتورات فيفضل استخدام أجهزة لتحد التيار الابتدائي لها مما يزيد فعاليتها ويقلل من الاستهلاك وتكلفة التشغيل.

ـ. أجهزة المكاتب: يوجد خاصية الإطفاء الأوتوماتيكي واستخدام أجهزة ذات مكونات إلكترونية أكثر فعالية.

المحور الرابع : إدارة المياه والمياه المعالجة

في هذا المحور يتم التركيز والتشجيع على :

- ـ الإدارة الفعالة للمياه:** عن طريق تقليل الخسائر من تسرب المياه وإصلاح الأنابيب واستخدام معدات ذات تدفق منخفض كالمراحيض والمغاسل والدش وصنابير المياه وبنابيع شرب الماء التي تقل من الاستهلاك و يتم تزويد الأجهزة (الدش والصنابير وبنابيع شرب الماء) برأس ذو فتحات ضيقة (Spray jet) تقوم بنفس أداء الأجهزة ذات التدفق العالي

و يفضل استبدال صنابير المياه التي تعتمد على مفاتيح لف بالتي يسهل فتحها وغلقها.

كما أن استخدام الترموموستات للتحكم بدرجات الحرارة عن طريق تحديد درجة الحرارة مسبقاً يساهم في توفير الطاقة و الماء.

الصنابير و بنابيع شرب الماء: إن استخدام عدد من التقنيات مثل التحكم الآوتوماتيكي والتحكم بواسطة أجهزة الإحساس أو أجهزة



ومن عيوب زراعة الأسطح : وزنه على المبنى وكلفته الأولية و كلفة ربه و تصريف المياه و الصيانة و ولكن في المقابل فإنها تساعد على العزل الحراري و تقلل من الجزر الحرارية، وبذلك يمكن استخدام تحليل العوائد والتكلفة لتحديد الحاجة لاستخدام الأسطح الخضراء من عدمه.

ـ. النوافذ والزجاج: لها أثر كبير على الطاقة المستهلكة ودرجات حرارة المبني ، وبالرغم من الحاجة إلى الإنارة النهارية الطبيعية التي تدخل من خلال النوافذ إلا أنه يجب تقليل الأثر الحراري للشمس المتسربة بواسطة التظيم والعزل الحراري وبذلك يتم السماح للأشعة الفგدة بالمرور. كذلك يتم استخدام النوافذ ذو الزجاج المزدوج أو متعدد الطبقات بحيث تملأ الفراغات بين الطبقات بغاز حامل مثل الاريجون الذي يمنع سريان الحرارة من خلاله . ويفضل استخدام إطارات النوافذ من المواد العازلة للحرارة مثل الخشب و الفينيل.

والجدير بالذكر أن الأماكن المعتدلة الحرارة لا تحتاج للزجاج المزدوج أو مواد لعزل الحرارة.

المحور الثالث : إدارة الطاقة

التصميم المتكامل للمبني الذي تم ذكره سابقًا يساعد بشكل كبير على دعم إدارة الطاقة ، فالاستفادة من تصميم المبني والزراعة حوله لتفادي استخدام أحمال التبريد واستخدام الإنارة النهارية الطبيعية والتقوية الطبيعية والاستخدام غير المباشر لأشعة الشمس.



يمكن استخدام الرياح لتدوير التوربينات وتوليد الطاقة كما تم في تصميم مركز البحرين التجاري العالمي وذلك باستخدام ثلاثة توربينات. كما يمكن استخدام الطاقة المتعددة مثل الشمس والرياح والمولدات بالديزل العضوي والوقود الحيوي لتوليد الطاقة.

ـ. أنظمة التبريد والتدفئة: يفضل استبدال غير الفعال منها بأجهزة أكثر فعالية بهدف تحقيق التوفير في الاستهلاك مما يعود بالنفع على المدى البعيد. ويفضل استخدام غلايات وأفران ومبردات منفردة في المصانع لما في ذلك من تقليل الاستهلاك الإجمالي نتيجة عدم الحاجة لاستخدامها في نفس الوقت، و استخدام الطاقة الشمسية للأجهزة التي يمكنها الاستفادة من تلك التقنية. ويفضل استخدام أجهزة توزيع الهواء التي يمكن التحكم بمقدار سريان الهواء منها وتعديلها حسب الحاجة فهي تحتاج لطاقة أقل من الأجهزة الثابتة المدار. ويفضل استخدام ماء بارد للمبردات أو هواء جاف لمكيفات. و يمكن نزع الرطوبة من الهواء بتمريره من خلال أجهزة تحتوي على مواد مجففة للهواء قبل دخوله مجرى المكيف.

ـ. المضخات مستمدة الحرارة من الأرض: يتم استخدام حرارة الأرض لتسخين أو تبريد المياه من خلال تمرير المياه في أنابيب تحت الأرض، و تعتمد هذه التقنية خاصية مبادلة الحرارة بين الأرض وأنبوب. وتستخدم المضخات في هذه الحالة لنقل

تقليل الداخل منها للمنزل. كما يجب التأكيد من عدم السماح للسجاد بالبقاء كذلك لفترة طويلة لمنع نمو الفطريات فيه.

ج. الطلاء والجدران: يجب التأكيد من عدم وجود مرتكبات عضوية متطايرة فيها، و يجب طلائها بالألوان الفاتحة العاكسة للضوء مما يقلل كمية الضوء التي يجب استخدامها. ويفضل استخدام أوراق الجدران من القينيل بدلاً من ورق الجدران التقليدي لأنها مقاومة للرطوبة ولكن لا ينصح بها في الأجزاء الحارة والرطبة.

- تقليل المخلفات التشغيلية وإعادة التدوير: تقليل وإعادة استخدام المخلفات يقلص من الحجم الإجمالي لها وبالتالي توفر المال اللازم للتخلص منها.

كما يجب تثقيف مستخدمي المنشآة بضرورة إعادة التصنيع وتعميل إعادة التصنيع عن طريق تخصيص أماكن لها. و إعطائهم فكرة من الفوائد المرجوة البيئية.
و من المواد الممكن إعادة تصنيعها : المعادن(الحديد،الألمونيوم،الصلب،النحاس،الزنبق و الزنك) والأوراق والكرتون والبلاستيك والزجاج والمطاط ولعبات الفلورسان وأجهزة التكييف.

- تقليل مخلفات التشيد والهدم: هي من أضخم مخلفات المبني وتعتبر إعادة استخدام أجزاء من المبني القديم في المبني الجديدة أو تخزينها للاستخدام المستقبلي من أهم التوجهات للتقليل من هذه المخلفات. وقد تم ابتكار مصطلح جديد وهو إزالة البناء (Deconstruction) وهي عملية معاكسة للبناء وتختلف عن الهدم ، حيث يتم إزالة جميع الأجزاء الصالحة للاستخدام من المبني قبل الهدم ؛ ليتم استخدامها في المبني الجديدة.

المحور السادس: جودة البيئة الداخلية

يتم تلویث البيئة الداخلية نتيجة للأخطاء التي تمت في المراحل المختلفة للبناء والتشغيل مما يؤدي لخلق مخالف صحة حقيقة ، ويمكن تجنبيها في أي مرحلة من تصميم و تشيد و تشغيل المنشآة.

- التهوية والتحكم بالتدخين: رداء نوعية الهواء له أثر كبير على صحة المرتادين ، و يجب التحكم بالتدخين في المبني عن طريق تخصيص أماكن مزودة بمرشحات هواء أو منع التدخين في المبني.

- مسببات التلوث الداخلي:
أ. المواد العضوية من عفن و بكتيريا و غبار و التي تحدث بسبب الترب و دخول الرطوبة، لذلك يجب أن لا تزيد الرطوبة في المبني عن 50% و ذلك باستخدام المواد الماصة للرطوبة.

ب. المواد العضوية المتطايرة في المبني الجديدة و المهدمة وأهم مصادرها الأصباغ و السجاد و الأثاث و مواد التنظيف.
ج. المواد القابلة للاشتعال التي تتجمع نتيجة لسوء أو تعطل التهوية وهي خطيرة من عدة أوجه.

تحسين البيئة الداخلية و الإنتاجية:

أ. التأكيد من تهوية المبني قبل استخدامه وبشكل دوري مع توعية مستخدميه بضرورة ذلك.

ب. تحسين درجات الحرارة وإبقاء المبني جاف وبمعزل عن الرطوبة لمنع البكتيريا والغفون من النمو، خاصة على الجدران الخارجية و الأساس و السقف.

تعمل على إيصال كمية محددة سابقاً للمياه ثم غلقه تساعد على ترشيد الاستهلاك.

ونظراً لأن التسليلات الكهربائية في الحمامات للتحكم بالأجهزة يعد أمراً خطيراً ومكلفاً فإنه يفضل توصيلها من خلال بطاريات والتي يجب تبديلها بشكل دوري خلال سنتين أو ثلاثة ، ولا بد من وضع خطة لتبديل البطاريات مسبقاً لتلافي أي توقف للأجهزة.

وكما يفضل استخدام الحاسوب للتحكم بالمنشآت الكبيرة ، وذلك تحديد أي تسرب والتحكم بالاستهلاك.

- استخدام المياه الرمادية: والتي يمكن تعريفها بأنها المياه الناتجة عن الدش والمغطس ومغسلة الحمام والغسالة و ينابيع شرب المياه والمياه الناتجة عن المكيفات و التلوجات. و يمكن استخدامها مباشرة لبعض التطبيقات مثل الري والتبريد والأغراض الصناعية وفي المراحيض وأجهزة إطفاء الحرائق، ويجب التنبية بأنه يفضل عدم استخدامها لري الخضروات والفاكه، ومن عيوبها وجوب وجود مجاري منفصل للمياه الرمادية عن مياه المجاري من المصادر الأخرى، كما يجب فحصها للتأكد من صلاحيتها واستخدام مرشح في النظام و يكون ذاتي أو سهل التنظيف. ويجب أن يستخدم النظام تحت مستوى سطح الأرض لأسباب صحية.

الإدارة الفعلية للمياه المصفاة: يتم معالجة المياه الرمادية والمياه السوداء (الناتجة عن المراحيض والأغراض الصناعية) واستخدامها بالإضافة إلى تطبيقات المياه الرمادية المذكورة سابقاً في تصريف المراحيض والري فوق سطح الأرض.

ومن الجيد أن تحتوى المنشآة التي تستهلك كمية كبيرة من المياه وخاصة الصناعية منها على وحدات معالجة محلية داخل المنشآة وذلك لدعم ترشيد الاستهلاك و إعادة التدوير.

- جمع مياه الأمطار: يتم الاستفادة من الأسقف لجمع المياه وتتخزينها، وتنستخدم خزانات الصلب المغلفة أو البولي إثيلين أو الإسمنت الحديدي. و يجب عدم تخزينها لفترات طويلة قبل استخدامها للري ، كما يجب تفقيتها قبل استخدامها للشرب ضماناً للسلامة. ولجمع مياه الأمطار والاستفادة منها فوائد عديدة للبيئة حيث يقلل من الفيضانات و يقلل من الضغط على مصادر المياه المحددة.

و تعتبر مياه الأمطار ذات نوعية أفضل إذا ما قورنت بمصادر المياه الأخرى حيث أنها ذات محتوى معدني منخفض لكل من الزرنيخ والسموم الطبيعية التي تجدها في المياه الجوفية.

المحور الخامس: إدارة المواد والمخلفات

في هذا المحور يتم التركيز والتشجيع على :

المواد: يفضل استخدام المواد المعاقة الصناعي أو المواد المتعددة في البناء وذلك للتقليل من الآثار السلبية على البيئة.

كما يتم التشجيع على استخدام غلاف المبني القيمة من هيكل ونوافذ و أبواب في المبني الجديدة. يمكن حصر المواقع المتعلقة بنقليم و اختيار المواد كالتالي:

أ. الأسقف: الوظيفة الأساسية للسقف هي الحماية وتقليل تقلبات الجو وتقليل الحرارة ، لذا يفضل استخدام الأسطح العاكسة والمواد القابلة لإعادة التدوير، كما يمكن الاستفادة من مساحات السقف لنشر الألواح الشمسية في حالة استخدامها.

ب. الأرضيات: يجب استخدام مواد سهلة التنظيف والصيانة والقابلة لإعادة التصنيع وقليلة انبعاث الغازات العضوية الضارة واستخدام الحد الأدنى من الصمغ. ويفضل استخدام ممسحة الأرجل عند المداخل للاستحواذ على الأوساخ و



الاستدامة

المراجع

- تخطير المنشأة الحكومية - الهيئة الأمريكية للبيئة
- دليل تصميم المبني المتكامل
- نظام تقدير الريادة في تصميم الطاقة والبيئة.

ج. غلق جميع الفتحات حول التسلیکات الكهربائیة وحول أنابیب المیاه.

د. توفير تهوية للعوادم المنبعثة من الأجهزة مثل طابعات الليزر وأجهزة الطهي و في الحمامات و مناطق التدخين المغلقة.

هـ. الحفاظ على النظافة بوضع مسحات للأرجل لمنع وقليل دخول الأوساخ التي قد تؤدي لتلوث الهواء.

وـ. تجنب المواد الباعثة للغازات الضارة.

زـ. بناء أساس محكم بالإغلاق لمنع تسرب الرطوبة والغازات الضارة من الأرض.

حـ. استخدام الإنارة النهارية الطبيعية وذلك لإراحة النظر، وتحسين الصحة عن طريق تزويد الجسم بفيتامين (د) وتحسين المزاج والإنتاجية وسرعة دقة الأفراد.

طـ. استخدام أثاث مريح و غير باعث للغازات الضارة.

يـ. تقریب رواد المبني من الطبيعة عن طريق المناظر التي يطل عليها المبني أو الاهتمام بالزراعة الداخلية .

- **التحكم بالضجيج:** يتم التحكم به بشكل أكثر فعالیه كلما أبكرنا في تحديد وأخذنا بالاعتبار أثناء التصميم ، ويمكن التحكم بالضجيج عن طريق الحواجز الحاجبة للصوت و الزجاج المزدوج والسجاد ، كما تستخدم المراتض الضيقه لوصل المنشأة بالبيئة الخارجية لتقليل الضجيج المتسرّب للمبني. و ذلك حسب موقع المبني و نوعية استخدامه.

و استخدام المواد الماصة للضجيج مثل الألياف الزجاجية والمواد العازلة والبطانيات والسجاد وتلافی استخدام المواد العاكسة للصوت والتي تجعل الضجيج ينتقل لمسافات أكبر وتجعله أعلى مثل المعادن والزجاج المسطح والأخشاب المعطاة بطبقة صلدة والسيراميك و الحوائط الإلمنتية والجبسية.

ضمون الاستدامة

ولتحقيق الاستدامة فإنه يجب قياس والتحكم بأداء المنشأة للتحسين و مقارنته بالأداء الذي تم توقيعه أثناء تصميم المنشأة، و يتم ذلك عن طريق قياس الطاقة المستهلكة وقياس نوعية الهواء وقياس نسبة التلوث والضجيج في المبني.

و الجيد أن الاستدامة جعلت صناعة البناء والتشييد تركز على التوازن بين الأداء العالي للمبني وكفاءة الطاقة بالإضافة إلى الجانب الاقتصادي والبيئية للمحيطة للمبني. ومن خلال ذلك يتم التركيز على التصميم المتكامل الذي يتم تصميمه ليخدم عدد من الأفرع بدل فرع واحد ، فيستخدم غلاف المبني والتصميم الداخلي ليخدم الإنارة ويفصل التلوث والضجيج ، و تستخدـم أبراج التبريد للتبريد الماء وحرارة الأرض لتسخيـنه، وغيرـها من الأمثلـة التي يتم فيها استخدام البيـئة المـحيـطة لـخدمة المـبني مع تـقلـيل أـثارـه السـلـبية عـلـيـها.