



الاستدامة في تصميم المباني

مصطلح و أبعاد

بقلم: م. هند راشد سعيد بن حسين

للتعليق: hind.binhussain@gmail.com

4. تصميم مباني ذوات

كفاءة عالية و ذلك عن طريق الموازنة بين الأداء والبيئة و الموارد و التركيز على الكلفة الكلية لحياة المبنى و ليس الكلفة الأولية للتشييد.

محاور الأبنية المستدامة

وتحت هذه الأهداف تتفرع عدد من المحاور التي تسهل عملية مراقبة و تقييم مواصفات التصميم و التشييد و التشغيل ، و يمكن تلخيصها في ست محاور أساسية كالتالي:

1. الموقع و الأرض.
2. الابتكار و التصميم.
3. إدارة الطاقة.
4. إدارة المياه و المياه المعالجة.
5. إدارة المواد و المخلفات.
6. جودة البيئة الداخلية.

المحور الأول: الموقع و الأرض.

في هذا المحور يتم التركيز و التشجيع على :

- إعادة استخدام المباني و المواقع و ذلك لحماية الأرض و التقليل من تأثير التوسعات الجديدة على البيئة و خاصة المواقع المتضررة من الاستخدام السابق كالمواقع الصناعية (Brown field).
- التحكم بالتلوث الناتج عن المياه الجارية و الإضاءة و التقليل من الجزر الحرارية (Heat Island) و زيادة الحرارة في المناطق الحضرية نتيجة لاستبدال الغطاء الطبيعية بالأرصفة و الخرسانات.
- الاستفادة القصوى من البيئة المحيطة بحيث يتم اختيار موقع البناء ليخدم التطلعات البيئية كترشيح الاستهلاك من خلال استخدام البيئة المحيطة بشكل مباشر أو غير مباشر من أشعة الشمس و الظل و مظاهر السطح الطبوغرافية .
- تفعيل إعادة التصنيع و ذلك عن طريق تخصيص أماكن لها.
- زيادة كثافة الغطاء النباتي حول المباني و الذي يساعد على تحسين الأجواء الداخلية للمبنى و تزويده بالظل و تقليل الحرارة المفقودة في الشتاء و إمداده بالبرودة عن طريق التبخير و الظل في الصيف.
- التشجيع على استخدام الأشكال المختلفة للمواصلات عدا الفردية منها و التخطيط لها لتكون قريبة من طرق المواصلات الحالية.

المحور الثاني: التصميم و الابتكار

و الهدف الأساسي من هذا المحور هو فهم البيئة الطبيعية المحلية لجعلها تعمل لصالح المبنى من عدة نواحي و الاستفادة من عناصر المبنى 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 نستطيع على أساسها تقييم المباني

و يمكن تلخيص المقصد الأساسي للاستدامة بأنه تقليل تأثير البيئة المشيدة على البيئة الطبيعية و تحسين فعالية المبنى لضمان حياة ذات جودة عالية للأجيال المستقبلية.

مؤسسات و أهداف الأبنية المستدامة

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

- المجلس الأمريكي للأبنية الخضراء (USGBC) و الذي وضع نظام الريادة في تصميم الطاقة و البيئة (LEED)
- الجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة و التبريد و تكييف الهواء (ASHARE).
- مؤسسة أبحاث الأبنية لدعم التقييم البيئي و التي تخدم المملكة المتحدة و أوروبا و كندا.
- مجلس الإمارات للأبنية الخضراء (EGBC) و الذي عدل في نظام الريادة في تصميم الطاقة و البيئة (LEED) ليتناسب مع بيئة الإمارات.

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

1. استخدام جميع الموارد من طاقة و مياه و مواد بشكل فعال و تقليل المخلفات (مبدأ تقليل، إعادة استخدام من ثم تدوير).
2. حماية الطبيعة التي هي المصدر لكل الموارد.
3. خلق بيئة مشيدة صحية للأجيال المستقبلية.

و بما أن الضغط داخل المبنى أكبر من الضغط خارجه فأنه يتم الاستعانة بالنوافذ والمصاريح لخلق تيار هوائي وتصريف الهواء للخارج، وقد تستخدم اللوحات الضوئية (Photovoltaic) لخلق 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 للمبنى هي التلوث والضجيج والحرارة والرطوبة المصحوبة معها والحاجة لأجهزة معينة لتصفية الهواء.

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 المبنى من جدران خارجية ونوافذ ومواد البناء لاستخدامها في الإضاءة النهارية وتقليل المصابيح الكهربائية ومنه تقليل الحرارة المنبعثة من المصابيح مما يقلل الحاجة للتبريد وبالتالي تقليل حجم أجهزة التكييف، وتقليل التكلفة الابتدائية وتكلفة الاستهلاك للمنشأة. أي أنه يقوم بتحسين أداء المبنى ككل.

غلاف المبنى: يمكن تعريف غلاف المبنى بأنه الجزء الفاصل بين البيئة الداخلية والخارجية للمبنى، ويتألف من السقف والجدران والنوافذ والأبواب، يقوم بحماية المبنى وشاغر يبه و تنظيم البيئة الداخلية، كما يتحكم بسريان الطاقة والتصميم الفعال لغلاف المبنى يقلل بشكل كبير أحمال التبريد والتدفئة مما يقلل من حجم الأجهزة المركبة واستهلاكها المستقبلي.

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 و تخفيض فواتير الخدمات وتحسين جودة الهواء الداخلي للمبنى، والعزل يكون إما عن طريق اللباد وحببيبات الحشو الخفيف والرغوة للحد من انتقال الحرارة من داخل المبنى إلى خارجه أو العكس. ويتم الجزء الأكبر من تسرب الحرارة من خلال النوافذ والجدران والأسقف وفتحات التهوية. وتقدر الحرارة المتسربة من غلاف المبنى 70% من الحرارة المراد إزاحتها بواسطة أجهزة التكييف.

و يوجد أنواع مختلفة من المواد العازلة ومنها العضوي (الصوف، شعر الحيوانات، الألياف و المواد السيلولوزية مثل قصب السكر والقطن وأخشاب البامبو) وغير العضوية (الصوف الزجاجي والفلين الصخري) والمواد الصناعية (المطاط والبلاستيك الرغوي والبوليسترين) والمواد العاكسة (الألمونيوم وصفائح الفولاذ و الورق العاكس و الدهان العاكس) ويتم استخدامها لدعم استدامة المبنى وفعالته على المدى البعيد.

الجدران والسقف: يتم استخدام أسطح داخلية عاكسة و مواد لتضليل الجدران (مثل الأشجار ذوات الظلال الوفيرة والمظلات) مما يقلل من حمل التبريد.

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

التصميم المتكامل للمنشأة: وذلك عن طريق ربط كافة النواحي المتعلقة بالمبنى وجعل التصميم ذو فائدة في عدة جوانب (كالإضاءة والتكييف والتصميم الداخلي والإنشاء) ومع أنها تبدو غير مرتبطة ببعضها 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 المبنى إذا تم تحديدها مسبقاً ومن أهم هذه الفرص:

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



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



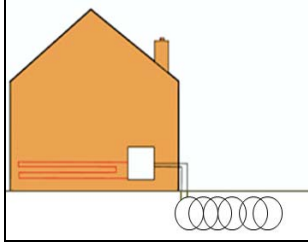
ج. التهوية الطبيعية: هو مفهوم قديم تم تحديثه وتبنيه حيث يتم استخدام اختلاف درجات الحرارة أو ضغط الهواء لخلق تيار هوائي في المبنى، و تقوم هذه العملية على مبدئين أساسيين هما قابلية طفو الهواء (بفعل اختلاف درجات الحرارة) و



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 المبنى و خارجه.

الحرارة بدلاً من توليدها من خلال السخانات ، كما يمكن استخدام أبراج التبريد للتبريد، و يمكن استخدام الطاقة الشمسية والخلايا الشمسية لتسخين المياه كذلك. وتعتمد التقنية المستخدمة على نوع الاستخدام والتأكد بأن العوائد ستكون أكبر من التكاليف على المدى البعيد.



ج. أجهزة الإدارة والتحكم بالأحمال (EMCS): لتلافي تبديد الطاقة ومراقبة الاستهلاك يمكن تطبيق تكنولوجيا المراقبة الذكية (محلية أو مركزية) 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.



د. الإنارة والتسليكات: 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 للتسليكات، وبالنسبة للموتورات فيفضل استخدام أجهزة لتحد التيار الابتدائي لها مما يزيد فعاليتها ويقلل من الاستهلاك وتكلفة التشغيل.

هـ. أجهزة المكاتب: بوجود خاصية الإطفاء الأوتوماتيكي واستخدام أجهزة ذات مكونات إلكترونية أكثر فعالية.

المحور الرابع : إدارة المياه و المياه المعالجة

في هذا المحور يتم التركيز والتشجيع على :

– الإدارة الفعالة للمياه: عن طريق تقليل الخسائر من تسرب المياه وإصلاح الأنابيب واستخدام معدات ذات تدفق منخفض كالمراحيض والمغاسل والدش وصنابير المياه ونبايح شرب الماء التي تقلل من الاستهلاك ويتم تزويد الأجهزة (الدش والصنابير ونبايح شرب الماء) برأس ذو فتحات ضيقة (Spray jet) لتقوم بنفس أداء الأجهزة ذات التدفق العالي.

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

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

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



ومن عيوب زراعة الأسطح : وزنه على المبنى وكلفته الأولية و كلفة ريه 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.

ب. النوافذ والزعاج: لها أثر كبير على الطاقة المستهلكة ودرجات حرارة المبنى ، وبالرغم من الحاجة إلى الإنارة النهارية الطبيعية التي تدخل من خلال النوافذ إلا أنه يجب تقليل الأثر الحراري للشمس المتسربة بواسطة التظليل والعزل الحراري وبذلك يتم السماح للأشعة المفيدة بالمرور. كذلك يتم استخدام النوافذ ذو الزجاج المزدوج أو متعدد الطبقات بحيث تملأ الفراغات بين الطبقات بغاز خامل مثل الأريجون الذي يمنع سريان الحرارة من خلاله. و يفضل استخدام إطارات النوافذ من المواد العازلة للحرارة مثل الخشب و الفينيل. والجدير بالذكر أن الأماكن المعتدلة الحرارة لا تحتاج للزعاج المزدوج أو مواد لعزل الحرارة.

المحور الثالث : إدارة الطاقة

التصميم المتكامل للمبنى الذي تم ذكره سابقاً يساعد بشكل كبير على

دعم إدارة الطاقة ، فالاستفادة من تصميم المبنى والزراعة حوله لتقليل استخدام أحمال التبريد واستخدام الإنارة النهارية الطبيعية والتهوية الطبيعية والاستخدام غير المباشر لأشعة الشمس.



يمكن استخدام الرياح لتدوير التوربينات وتوليد الطاقة كما تم في تصميم مركز البحرين التجاري العالمي وذلك باستخدام ثلاث توربينات. كما يمكن استخدام الطاقة المتجددة مثل الشمس والرياح والمولدات بالديزل العضوي و الوقود الحيوي لتوليد الطاقة.

أ. أنظمة التبريد والتدفئة: يفضل استبدال غير الفعال منها بأجهزة أكثر فعالية بهدف تحقيق توفير في الاستهلاك مما يعود بالنفع على المدى البعيد. ويفضل استخدام غلايات و أفران و مبردات 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. و يفضل استخدام أجهزة توزيع الهواء التي يمكن التحكم بمقدار سريان الهواء منها وتعديله حسب الحاجة فهي تحتاج لطاقة أقل من الأجهزة الثابتة المقدار. ويفضل استخدام ماء بارد للمبردات أو هواء جاف للمكيفات. و يمكن نزع الرطوبة من الهواء بتمريره من خلال أجهزة تحتوي على مواد مجففة للهواء قبل دخوله مجرى المكيف.

ب. 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 و الأنابيب. وتستخدم المضخات في هذه الحالة لنقل

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

و نظراً لأن التسليكات الكهربائية في الحمامات للتحكم بالأجهزة يعد أمراً خطيراً ومكلف فإنه يفضل توصيلها من خلال بطاريات والتي يجب تبديلها بشكل دوري خلال سنتين أو ثلاث ، ولا بد من وضع خطة لتبديل البطاريات مسبقاً لتلافي أي توقف للأجهزة.

وكما يفضل استخدام الحاسوب للتحكم بالمنشآت الكبيرة ، وذلك لتحديد 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 الثلاجات. و يمكن استخدامها مباشرة لبعض التطبيقات مثل الري والتبريد والأغراض الصناعية وفي المراحيض و أجهزة إطفاء الحرائق، ويجب التنبيه بأنه يفضل عدم استخدامها لري الخضروات والفواكه، ومن عيوبها وجوب وجود مجرى 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 الفعالة 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 تحتوي المنشأة التي تستهلك كمية كبيرة من المياه وخاصة الصناعية منها على وحدات معالجة محلية داخل المنشأة وذلك لدعم ترشيد الاستهلاك و إعادة التدوير.

- **جمع مياه الأمطار:** يتم الاستفادة من الأسقف لجمع المياه وتخزينها، وتستخدم خزانات الصلب المغلفة أو البولي إثيلين أو الإسمنت الحديدي. و يجب عدم تخزينها لفترات طويلة قبل استخدامها للري ، كما يجب تنقيتها 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 المعادة التصنيع أو المواد المتجددة في البناء وذلك لتقليل من الآثار السلبية على البيئة.

كما يتم التشجيع على استخدام غلاف المباني القديمة من هيكل ونوافذ و أبواب في المباني الجديدة. يمكن حصر المواضيع المتعلقة بتقييم واختيار المواد كالتالي:

أ. **الأسقف:** الوظيفة الأساسية للأسقف 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 للغازات العضوية الضارة واستخدام الحد الأدنى من الصمغ. ويفضل استخدام ممسحة الأرجل عند المداخل للاستحواذ على الأوساخ و

تقليل الداخل منها للمبنى. كما يجب التأكد من عدم السماح للسجاد المبتل بالبقاء كذلك لفترة طويلة لمنع نمو الفطريات فيه.

ج. **الطلاء والجدران:** يجب التأكد من عدم وجود مركبات عضوية متطايرة فيها، و يجب طلائها بالألوان الفاتحة العاكسة للضوء مما يقلل كمية الضوء التي يجب استخدامها. ويفضل استخدام أوراق الجدران من الفينيل بدلاً من ورق الجدران التقليدي لأنها مقاومة للرطوبة و لكن لا ينصح بها في الأجواء الحارة و الرطبة.

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

كما يجب تنقيف مستخدمي المنشأة بضرورة إعادة التصنيع وتفعيل إعادة التصنيع عن طريق تخصيص أماكن لها. و إعطائهم فكرة من الفوائد المرجوة للبيئة .

و من المواد الممكن إعادة تصنيعها : المعادن(الحديد،الألمونيوم، الصلب، النحاس، الزنك و الزنك) والأوراق والكرتون والبلاستيك والزجاج والمطاط ولمبات الفلورسانت وأجهزة التكييف.

- **تقليل مخلفات التشييد والهدم:** و هي من أضخم مخلفات المباني وتعتبر إعادة استخدام أجزاء من المبنى القديم في المباني الجديدة أو تخزينها للاستخدام المستقبلي من أهم التوجهات لتقليل 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 المبنى قبل الهدم ؛ ليتم استخدامها في المباني الجديدة.

المحور السادس : جودة البيئة الداخلية

يتم تلويث البيئة الداخلية نتيجة للأخطاء التي تمت في المراحل المختلفة للبناء والتشغيل مما يؤدي لخلق مخاوف صحية حقيقية ، ويمكن تجنبها في أي مرحلة من تصميم و تشييد و تشغيل المنشأة.

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

- **مسببات التلوث الداخلي:**

أ. المواد العضوية من عفن و بكتيريا و غبار و التي تحدث بسبب التسرب و دخول الرطوبة، لذلك يجب أن لا تزيد الرطوبة في المبنى عن 50% و ذلك باستخدام المواد الماصة للرطوبة.

ب. المواد العضوية المتطايرة في المباني الجديدة و المهمة 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. التأكد من تهوية المبنى قبل استخدامه وبشكل دوري مع توعية مستخدميه بضرورة ذلك.

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



المراجع

- تخضير المنشأة الحكومية – الهيئة الأمريكية للبيئة
- دليل تصميم المبني المتكامل
- نظام تقييم الريادة في تصميم الطاقة و البيئة.

ج. غلق جميع الفتحات حول التسليكات الكهربائية وحول أنابيب المياه.

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

هـ. الحفاظ على النظافة بوضع ممسحات للأرجل لمنع وتقليل دخول الأوساخ التي قد تؤدي لتلوث الهواء.

و. تجنب المواد الباعثة للغازات الضارة.

ز. بناء أساس محكم الإغلاق لمنع تسرب الرطوبة والغازات الضارة من الأرض.

ح. استخدام الإنارة النهارية الطبيعية وذلك لإراحة النظر، وتحسين الصحة عن طريق تزويد الجسم بفيتامين (د) وتحسين المزاج و الإنتاجية و سرعة دقة الأفراد.

ط. استخدام أثاث مريح و غير باعث للغازات الضارة.

ي. تقريب رواد المبني من الطبيعة عن طريق المناظر التي يطل عليها المبني أو الاهتمام بالزراعة الداخلية .

- **التحكم بالضجيج:** يتم التحكم به بشكل أكثر فعالية كلما أبقرنا في تحديده وأخذ بالاعتبار أثناء التصميم ، ويمكن التحكم بالضجيج عن طريق الحواجز الحاجبة للصوت و الزجاج المزدوج والسجاد ، كما تستخدم الممرات الضيقة لوصول المنشأة بالبيئة الخارجية لتقليل الضجيج المتسرب للمبني. و ذلك حسب موقع المبني و نوعية استخدامه.

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

مضمون الاستدامة

ولتحقيق الاستدامة فإنه يجب قياس والتحكم بأداء المنشأة للتحسين و مقارنته بالأداء الذي تم توقعه 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 المحيطة 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 ويقلل التلوث والضجيج ، وتستخدم أبراج التبريد لتبريد الماء وحرارة الأرض لتسخينه، وغيرها من الأمثلة التي يتم فيها استخدام البيئة المحيطة لخدمة المبني مع تقليل أثاره السلبية عليها.