

الإنشاء تقني
المرحلة الرابعة (٢٠٢٠-٢٠٢١)
المحاضرة الرابعة

الإنشاء المستدام (Sustainable Construction)

الإنشاء المستدام (Sustainable Construction)



Sustainable Construction

بالنسبة لمفهوم الاستدامة فهو مفهوم يحتضن المحافظة على البيئة، وكذا القضايا ذات الصلة بالتنمية مثل الاستخدام الفعال للموارد، والتقدم الاجتماعي المستمر، والنمو الاقتصادي المستقر، والقضاء على الفقر.

ففي عالم البناء والمباني لدي القدرة على تقديم مساهمة كبيرة لمستقبل أكثر استدامة لكوكنا. فمُنظمة التعاون والتنمية، على سبيل المثال، تقدر أن المباني في البلدان المتقدمة تمثل أكثر من أربعين في المائة من استهلاك الطاقة خلال حياتهم (إنتاج المواد الخام والبناء والتشغيل والصيانة وإيقاف التشغيل). أضف إلى ذلك حقيقة أنه للمرة الأولى في تاريخ البشرية أكثر من نصف سكان العالم يعيشون الآن في البيئات الحضرية، وأنه من الواضح أن المباني المستدامة أصبحت حجر الزاوية الحيوية لتأمين استمرارية البيئية والاقتصادية والاجتماعية على المدى الطويل.

إذ إن هنالك حاجة ملحة إلى الخروج بأفكار ذكية تحسن الأداء المستدام للمباني التي نعيش ونعمل فيها.

SUSTAINABLE CONSTRUCTION

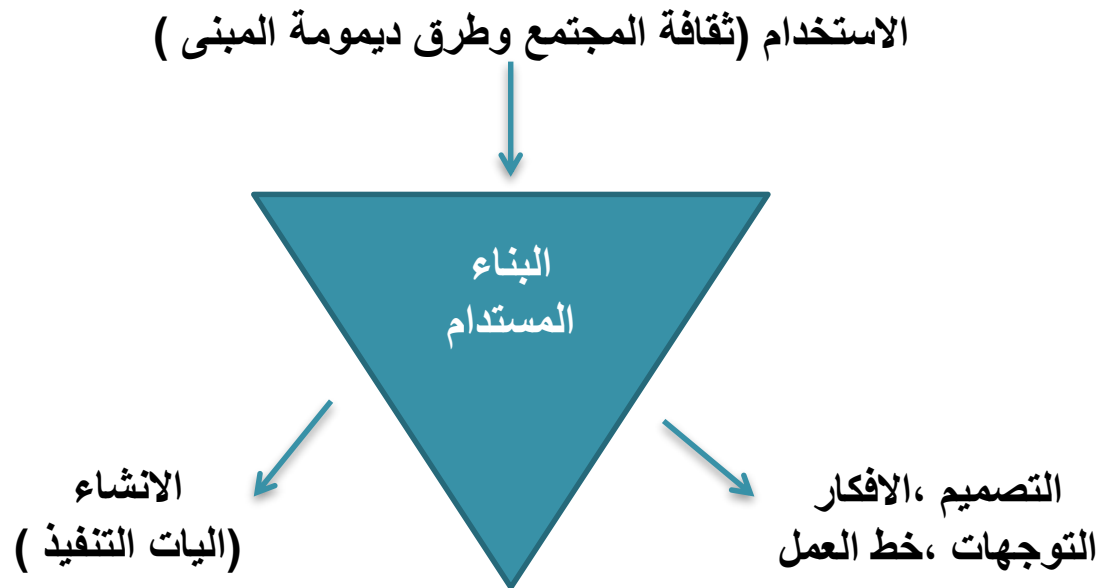
• بناء مستقبل مستدام :

ويهدف البناء المستدام لتلبية احتياجات يومنا هذا للسكن، وبيئات العمل والبنية التحتية دون المساس بقدرة الأجيال المقبلة على تلبية احتياجاتها الخاصة في المستقبل. وهو يتضمن عناصر الكفاءة الاقتصادية، والأداء البيئي والمسؤولية الاجتماعية - ويسهم إلى أقصى حد عندما يتم إدراج الجودة المعمارية مع الابتكار التقني. ويشمل البناء المستدام قضايا مثل :

تصميم وإدارة المباني. أداء المواد؛ تكنولوجيا البناء والعمليات؛ الطاقة والموارد والكفاءة في بناء وتشغيل وصيانة. منتجات وتقنيات قوية. رصد طويل الأجل؛ الالتزام بالمعايير الأخلاقية. بيئات اجتماعيا قابلة للحياة. مشاركة أصحاب المصلحة؛ الصحة والسلامة المهنية وظروف العمل. نماذج مبتكرة للتمويل. تحسين الظروف السياقية القائمة؛ الترابط مع المناظر الطبيعية، والبنية التحتية، والنسيج الحضري والهندسة المعمارية. المرونة في الاستعمال، والوظيفة وامكانية التغيير؛ وكذلك نشر المعرفة في السياقات الأكاديمية والتقنية والاجتماعية ذات الصلة.

SUSTAINABLE CONSTRUCTION

مما سبق يمكن ان يكون لدينا استنتاجات ان البناء المستدام يمكن تعريفه على انه كافة التقنيات البنائية و اللازمة لتحقيق بناء مستدام ممتاز باحترام البيئة وتقليل استهلاك الطاقة وديمومة التنمية الاجتماعية والبيئية والاقتصادية ويمكن توضيح ثلاثية تحقيق الاستدامة وذلك من خلال المخطط التالي :



SUSTAINABLE CONSTRUCTION

ولتحقيق البناء المستدام او الانشاء المستدام يجب مراعاة مجموعة من الامور:

١- Site planning:

ان اعمال الموقع هي من الاعمال الاولى لاي عملية انشائية للمبنى ولتحقيق الاستدامة يجب ان نبدأ من خلال النقاط الاتية :

- تحديد موقع اساسات المبنى بما لا يتعارض مع المجاري المائية
- دمج النظم الطبيعية واحترام الغطاء النباتي ضمن خطة الموقع
- احترام التوجيه الشمسي للاستفادة من الاضاءة والحرارة الطبيعية للاشعة الشمسية في توليد الطاقة داخل المبنى

٢- Building Materials:

يجب استخدام مواد بناء اقل استهلاك للطاقة ومن المواد المحلية للمنشأ حيث يجب ان تراعى مجموعة من النقاط في المواد البنائية المستخدمة مثل :

- تحسين اداء الطاقة باستخدام الطاقة المتجددة
- الحد من مركبات الكربون من خلال انشاء نظام تكييف هواء خاص
- استخدام المواد المتاحة محليا
- استخدام المواد المتجددة على المدى القصير
- استخدام مواد معاد تدويرها
- الحد من استخدام المياه عن طريق تركيب واستخدام اجهزة وادوات صحية تستخدم مياه قليلة
- استخدام مواد ذات جودة عالية في السيطرة على الحرارة

SUSTAINABLE CONSTRUCTION

البناء المستدام يعتمد بشكل اساس على مجموعة من الاليات والتقنيات مثل (البناء الاخضر ، Zero Building ، الابنية الصديقة للبيئة)

:Green Building □

هو احد اهم تقنيات البناء المستدام التي تراعى البيئة والمواد المستخدمة واستهلاك الطاقة ، ونلجأ اليها لتحسين نوعية البيئة للمباني، وان تشييد وتصميم المبنى وفق هذا التكنيك يتأثر بالعوامل :

- المناخ
- الكربون
- بروتوكول كيوتو
- التنمية المستدامة
- البصمة الايكولوجية
- الطاقة الرمادية
- العزل الحراري
- اعادة تدوير المباني
- ومن الامثلة عليها برج (Torre HSBC)
- وشقق تشورلتون بارك (Charlton Park Apartments)



© Terri Meyer Boake via CTBUH



SUSTAINABLE CONSTRUCTION

□ المواد المستعملة في الانشاء:

سنتعرض الى المواد البنائية الاكثر استعمالا و شيوعا في الوقت الحاضر (كالخشب ،الطابوق، الحديد، الأسمنت، الالمنيوم والبلاستيك) من اجل توفير قاعدة معلوماتية ضرورية حول تلك المواد وخصائصها مما لها اثر وأهمية في عملية اتخاذ القرار من قبل المختصين والمعماريين وتأثيرها الواضح في استدامة المبنى وزيادة قيمته البيئية. فان المصمم ممكن ان يميز او يدرك التأثير الاساسي للطاقة المجسدة للمبنى من خلال التركيز على مواصفات تلك المواد وسيتم تناول هذه المواد من حيث التأثيرات البيئية وفق مؤشرات:

المتانة

إعادة التدوير

الطاقة المجسدة

SUSTAINABLE CONSTRUCTION

■ - الخشب

ويعد من اقدم المواد استعمالا في إنشاء الابنية التقليدية وهو من المواد التي تمتلك شهادة بيئية ممتازة كونها من المصادر المتجددة ومن اهم مميزاته :

- التقليل من كمية غاز CO2 المنبعث في طبقات الجو.

- لا يحتاج الى تقنيات عالية او مهارات كبيرة للعمل به.

- يعد اختيار جيد كونه من المواد المستدامة.

- الطاقة المجددة للخشب ناتجة من :

عمليات التصنيع : الخشب غير المعامل ذو قيم واطئة من حيث الطاقة المجددة وهو يدخل في الاستعمالات الداخلية ، اما الانواع الصلبة من الممكن استعمالها خارجيا بدون معالجتها على ان تدرس التفاصيل جيدا لتكون بعيدة عن المياه لضمان عدم تعرضها للتلف .

عمليات النقل : الطاقة المجددة الناتجة من عمليات النقل قد تكون مرتفعة بالاعتماد على المصدر ونوع الخشب المستعمل فهناك الاخشاب اللينة والاشخاب الصلبة Hard Wood التي عادة ما تستورد من الدول الاوربية وهي من غابات معتمدة في نموها على الامطار وهذه الغابات لايمكن ان يعوض مكانها اما الاخشاب اللينة Soft wood فتأتي صناعيا من الغابات التي تعاد زراعتها وهذه الغابات التجارية عادة ماتزرع بواقع مساحات صغيرة للاشجار ،

إعادة التدوير: يمكن إعادة تدوير الخشب الصلب من خلال اعادة نشره ، منتجات الخشب المنشئية والواح الخشب ممكن تدويرها واعادة نشرها فيما اذا كانت مثبتة في المنشأ بطريقة تسمح بازالتها بسهولة ،

المتانة : الخشب يعتبر ذو متانة مقبولة نسبيا ويحتاج الخشب الى مواد مضافة في حالات الاستعمال الخارجي لمنع تلفه وغالبا ما تكون هذه المعالجات باعثة للسموم لذا يجب تجنب استعمالها في الابنية البيئية المراد لها ان تكون مستدامة.

SUSTAINABLE CONSTRUCTION

▪ Earthen Materials (تربة الارض):

تعتبر تربة الارض من اقدم مواد الانشاء المستخدمة في التاريخ حول العالم ، في كلا المجالين المباني والفضاءات الخارجية ولألاف السنين ، الجدران الطينية لأريحا بتاريخ ٨٣٠٠ ق.م ، جزء كبير من سور الصين حوالي ٢٠٠٠ سنة ق.م ، الكثير من اقدم المعالم التاريخية في العالم من الطين .

وهناك توقعات كثيرة عند نفاذ طاقة النفط فسوف تظهر توجهات رجوعا الى البناء الاقل تكلفة للطاقة باستخدام المواد المحلية.

مميزات استخدام المواد المحلية :

استخدام المواد (تربة الأرض) في الانشاء توفر الكثير من المميزات الايجابية ومن نواحي عدة:

- توفر المواد الخام بكثرة للإنشاء بالخصوص الرمل والتراب وليست غالية.
- غالبا ما يمكن ايجادها بالقرب من موقع الانشاء اختصارا لتكاليف النقل.
- عملية معالجة المواد بسيطة وسهلة ولا تحتاج الى تقنية عالية.
- اغلب مكوناتها هي غير سامة وغير ملوثة.
- سمك جدران المستخدمة من هذه المواد كبير نسبيا ويعمل على العزل الحراري من اشعة الشمس.
- وبعد انتهاء عمر المنشأ ترجع المواد الى منبعها الاساسي وهو الارض او اعادة استعمالها مرة اخرى.

SUSTAINABLE CONSTRUCTION

مساوئ المواد المحلية (تربة الأرض):

- المنشاء بهذه المواد ضعيف لذلك قلة استعماله في الابنية الحديثة.
- قلة خبرة المهندسين بهذا النوع من الانشاء.
- كذلك قلة خبرة العمال في البناء في هكذا مواد.
- عدم وجود ثقافة في المجتمع بتقبل هذه المواد في الانشاء.
- وجود مناطق ذات امطار عالية لا تتلاءم مع هذا النوع من المواد.

SUSTAINABLE CONSTRUCTION

امثلة معمارية :

قرية القرنة في مصر (حسن فتحي) :

قرية القرنة الجديدة بغرب مدينة الاقصر، مصر. بدأ فيها عام ١٩٤٦. كانت لقرية القرنة شهرة عالمية بسبب كتاب عمارة الفقراء، الذي يسرد فيه قصة بنائها. أنشئت القرية لاستيعاب المهجرين من مناطق المقابر الفرعونية بالبر الغربي لإنقاذها من السرقات والتعديات عليها، وتم اختيار الموقع ليكون بعيداً عن المناطق الأثرية وقريباً من السكك الحديدية والأراضي الزراعية،

بدأ فتحي المرحلة الأولى من مشروع بناء القرية ببناء ٧٠ منزلاً، بحيث يكون لكل منزل صفة مميزة عن الآخرين حتى لا يختلط الأمر على السكان. واعتمد في تصميم المنازل على الخامات والمواد المحلية، وظهر تأثره بالعمارة الاسلامية. كانت للقباب تصميمها الفريد والتي استخدمت بدلا من الأسقف التي تعتمد على الألواح الخشبية أو الأسياخ الحديدية المعتادة. تم تخصيص بابٍ إضافي في المنازل للمشاة، التي يقتنيها سكان المنطقة، كنوع من أنواع العزل الصحي، حفاظاً على سلامة الأفراد.

SUSTAINABLE CONSTRUCTION



SUSTAINABLE CONSTRUCTION

■ Concrete (الخرسانة):

الخرسانة هي من أكثر المواد استعمالاً في الوقت الحاضر في الانشاء حول العالم ،وبعد الماء هو الأكثر استهلاكاً في الكوكب ،كل عام يتم استهلاك بحوالي ١,٦ مليار طن من السمنت ، و ١٠ مليار طن من الحصى والرمل ، و ١ مليار طن من الماء ومن المتوقع ان يصل الى الضعف في ال ٣٠ سنة القادمة

مميزات استخدامها :

- الاستهلاك الكبير للسمنت تترتب عليه اضرار بيئية كبيرة
- الاستهلاك الكبير للطاقة بالإضافة الى انتاج مخلفات كبيرة من CO_2 خلال عملية الانتاج
- المناجم والمقالع للمواد الخام ينتج عنها تلوث في الهواء والماء.
- وفر موادها الخام في مناطق وعدم توفرها في مناطق اخرى

إعادة تدوير الخرسانة :

لتعزيز الاستدامة في صناعة البناء والتشييد، النفايات يمكن أن تحول إلى موارد للحد من مشاكل التخلص منها. ويجري حالياً دراسة أنواع قليلة من النفايات، مثل رماد المحراق مثل خبث النحاس المتنوعه وبقيايا من الرمل والخرسانة من البناء والتجديد والهدم (CRD) من المباني القديمة.

النحاس المعدني

وقد ثبت تطبيق خبث النحاس في مكونات الغير الهيكلية مثل الجدران والطرق عن الكفاءة بها كبديل الرمال. ولا يسمح لاستخدام خبث النحاس كبديل جزئي من الرمال في الخرسانة لما تصل إلى ١٠٪ من الكتلة.

: CRD

- الخرسانة من البناء والتجديد والهدم (CRD) من المباني القديمة يمكن إعادة تدويرها. ومع ذلك، هناك صعوبة في فصل الحجر، والمعروفة باسم الركام، من الأسمنت لإعادة استخدامها في مكونات الخرسانة الهيكلية الجديدة. الخرسانة القديمة المغلفة بالأسمنت قد تضعف الخرسانة الجديدة إذا لم يتم التعامل معها بشكل صحيح. ان عملية إعادة التدوير تكتنفها بعض المحددات الاقتصادية و بالتالي يجب الأخذ بنظر الاعتبار القيمة الاقتصادية للتدوير و أيضاً تحتاج إلى توفر التقنية اللازمة لإعادة التدوير بالإضافة إلى خواص المادة المراد اعادة تدويرها. يمكن إعادة تدوير الخرسانة بإحدى طريقتين، الأولى: باستخدامه كركام خشن و ناعم في صناعة خرسانة جديدة، و هذا يحتاج بالضرورة إلى تكسيهه بكسارات حسب حالة الخرسانة و من ثم استخدامه في الخرسانة الجديدة. و تشير البحوث الحالية إلى امكانية قبول ٣٠% من الركام المصنوع من مخلفات الخرسانة في الخرسانة الجديدة من أجل التماسي مع مواصفات جيدة للخرسانة. أما الطريقة الثانية: فهي استخدامه في طبقة أساس الطرق، كونه يمثل حالة أفضل من الحصى الخابط. و على خلاف الطريقة الأولى فإن استخدام مخلفات الخرسانة في الطرق هو أكثر شيوعاً من استخدامه في الخرسانة الجديدة. و يوضح الجدول أدناه طرق الاستفادة من مخلفات الخرسانة بحسب حجم القطع الناتجة.

SUSTAINABLE CONSTRUCTION

امثلة لمباني تستعمل نظام CRD :

- مبنى الشراع في سنغافورا



SUSTAINABLE CONSTRUCTION

Metal (المعادن) :

- استعمال المعادن في الانشاء يوفر الكثير من المميزات ، وباستخدام المعدن المناسب سوف يوفر العمر الطويل للمنشأ اضافة الى الفضاءات الكبيرة اكثر من مثيلاتها من المواد (الطين ، الخرسانة ، الخشب ، اللدائن)
- وكذلك تتميز بالمقاومة العالية نسبة الى الحجم.
- هنالك العدد من اشكال المعادن : الحديد الصلب ، المنتجات المعالجة صناعيا ، والمعادن المنتجة باشكل خاصة.
- ان التنوع في تركيب وانهاء البنية ذات المنشأ المعدني توفر مجال عالي من تحقيق الجمالية .
- وان الميزة الاساسية في الهياكل المعدنية في خفة وزنها .
- كذلك سهولة انتاجها وقلة الضياع بالمواد الخام عند الانتاج.
- سهولة تفكيكها وتدويرها واعادة استعمالها في ابنية اخرى .
- العمر الطويل للمعادن هو مفتاح من مفاتيح الاستدامة في الانشاء.

امثلة معمارية مستدامة :

مركز طلابي ضمن حرم الجامعة

الموقع : بيروت- لبنان

نوع المبنى : مبنى ترفيهي ضمن حرم جامعي

التنفيذ إنشاء جديد، أكمل البناء في شباط ٢٠٠٨.

وصف عام للمشروع ومحتوياته: يقع المركز ضمن الحرم الجامعي للجامعة الامريكية في بيروت يمثل نموذج مثالي لتصميم متجاوب بيئياً، يحوي قاعات للاجتماعات و كافتريا و فضاء للدراسة.

تقييم المشروع: أختير المشروع من قبل مجلس AIA من بين أفضل عشرة مشاريع خضراء لعام ٢٠٠٩ ،المواد المختارة من المواد البنائية المتوفرة محلياً ، للتقليل من الطاقة المجددة المستهلكة في عمليات النقل، وتمتاز هذه المواد بالديمومة العالية (ذات عمر افتراضي كبير) وذات متانة عالية . أعتمد نظام المبنى على المواد والتقنيات البنائية المستعملة محلياً متضمناً الكونكريت والحجر والألمنيوم للشبابيك، كما أستعملت كاسرات الشمس من الألمنيوم في الاتجاه الجنوبي والكاسرات المسبقة الصنع للشرق وجدران للجهة الغربية لتوفير الظل للشبابيك والأبواب.

ستراتيجيات الاستدامة:

- تفضيل المواد البنائية ذات المصادر المحلية التي يجري تصنيعها ضمن البيئة المحلية. للتقليل من كمية الطاقة المجددة المستهلكة في عمليات النقل.
- اعتمد المشروع في تنفيذه على الربط بين التقنيات التقليدية والتقنيات الحديثة.

SUSTAINABLE CONSTRUCTION



SUSTAINABLE CONSTRUCTION



SUSTAINABLE CONSTRUCTION



SUSTAINABLE CONSTRUCTION

امثلة معمارية مستدامة :

مبنى تعليمي :

الموقع : امريكا / كاليفورنيا

نوع المبنى: مبنى منفرد ، تعليمي، المساحة ٤١٢٠ m² في مركز المدينة

التنفيذ: بناء جديد ، أكتمل البناء في أذار ٢٠٠٩.

وصف عام للمشروع ومحتوياته : تخدم المدرسة ٥٥٠ طالب ما بين المراحل ١٢ -٩، تقع المدرسة في موقع من أكثر المواقع تنوعاً ثقافياً و اقتصادياً في الولايات المتحدة الأمريكية.

تقييم المشروع: حاز المبنى على المستوى الذهبي من قبل LEED ، اختير المشروع من قبل مجلس AIA من بين أفضل عشرة مشاريع خضراء لعام ٢٠١١ .

المواد البنائية ومصادرها:

- أعتمد الأنشاء على نوعين من القطع المصنعة ، وحدات مسبقة الصنع حديثة ووحدات تقليدية الصنع ، كلاهما أعتمد على تجميع الوحدات المتكررة ذات الأبعاد المقيسة، واعتمدت هذه الأبعاد المقيسة لكل اجزاء المبنى بما فيها الخدمات للتقليل الى الحد الأدنى من القطع التالفة الناتجة من القطع.
- أعتماد الخشب المحلي في معظم أجزاء المبنى.
- أعتماد الوحدات التكرارية المقيسة Modules الذي أعطى الفرصة لتوفير الوقت في التنفيذ فعملية تجميع أجزاء المبنى كانت تستغرق فقط بضعة أيام. وهذا ايضاً قلل من الأعمال الإنشائية داخل الموقع الى الحد الأدنى لها ، ومن ثم الحد من التلوث ، الضوضاء في الموقع ، إضافة الى ماتوفره هذه الوحدات من إمكانية التفكيك بسهولة وأستعمالها مرة أخرى في المستقبل اذا أستدعى الأمر.

SUSTAINABLE CONSTRUCTION

- روعي في اختيار مواد بنائية ذات إداء بيئي صحي عالي وتم التأكيد على منتجات الخشب ، والهيكل الحديدية المقيسة في الإنشاء.
 - صمم المشروع لدورة حياة ١٠٠ سنة أو أكثر، أستعمل في المبنى مواد ذات متطلبات صيانة منخفضة والطوابق الخرسانية ، التأطير بالحديد (الفولاذ) الأسقف والأرضية من الحديد ، سمنت ليفي ، لضمان إدامة طويلة للمدرسة.
 - أعتمد نظام الوحدات المكررة (Modular) يعطي امكانيات التغير في المستقبل مع التقنيات المستحدثة وخاصة في مجال الطاقة وأنظمة الخدمات .
- ستراتيجيات الإستدامة:**
- استعمال الوحدات البنائية القابلة لإعادة الاستعمال بواسطة: استعمال وحدات بنائية مقيسه قابلة للاستعمال مرة ثانية والتأكيد على استعمال التكرار للوحدات المقيسة . (Modular)
 - التخطيط لمواد أطول عمراً من خلال: استعمال مواد وأنظمة ذات متطلبات صيانة منخفضة وأستعمال السمنت الليفي .
 - أستعمال المواد المعادة للتقليل من الطاقة المجسدة المستهلكة في عمليات التصنيع من خلال استعمال الهياكل الأنشائية من مواد معادة.

SUSTAINABLE CONSTRUCTION



SUSTAINABLE CONSTRUCTION



SUSTAINABLE CONSTRUCTION

امثلة معمارية مستدامة :

- مدينة مصدر :

تعتبر مدينة (مصدر) واحدة من أكثر مدن العالم استدامة وجمالاً وقابلية للحياة. كما تعد مركزاً حيويًا للتجارة والابتكار بفضل ما تمتاز به من تقنيات رائدة وصديقة للبيئة.

اهم مميزات مدينة مصدر :

- خفض تكاليف إنشاء وتشغيل وصيانة المباني
- تقليص كمية النفايات وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي
- خفض الطلب على الطاقة والماء مع الحفاظ على بيئة عمل ومعيشة عالية الجودة
- إيجاد مساحات عامة جميلة ونابضة بالحياة تتيح المجال لممارسة طيف واسع من النشاطات
- تقليص الانبعاثات الكربونية
- رفع جودة المساحات المغلقة ومراعاتها للشروط الصحية
- استخدام أنظمة تكييف وتبريد عالية الكفاءة وتقليص انبعاثات الكربون
- تزويد المشاريع بأنظمة متكاملة لتوليد الطاقة المتجددة
- بناء سلسلة توريد مستدامة
- تعزيز تسويق منتجات وخدمات التقنيات النظيفة
- استعراض أداء المنتجات في الأجواء المغبرة والرطوبة والمشمسة
- تحديد مواد المباني الخضراء للمساعدة على تحقيق الاهداف البيئية

SUSTAINABLE CONSTRUCTION



SUSTAINABLE CONSTRUCTION



SUSTAINABLE CONSTRUCTION

من ذلك نستنتج وبما يخص المواد المستعملة في الانشاء:

- استعمال المواد البنائية القابلة للتدوير وإعادة الاستعمال مثل الالمنيوم والحديد وبالأبعاد القياسية مما يضمن سهوله تجميعها ومن ثم سهولة تفكيكها اذا اقتضت الحاجة وإعادة استعمالها او إعادة تدويرها، للتقليل من التأثير السلبي لهذه المواد على البيئة .
- يعد استخدام المواد الطبيعية ذات الأستهلاك الأقل لكميات الطاقة في عمليات التصنيع مثل الخشب لها أثر فعال في تقليل التأثير البيئي، وان لم يكن استعمال المواد غير الطبيعية قابلا للتجنب فيجب ان يكون مشروطا بمنافع اخرى مثل الديمومة العالية للحصول على مدى عمري أطول اثناء فترة حياة المبنى.
- إستخدام مواد بنائية طبيعية منتجة محليا لتجنب استخدام طاقة كبيرة في نقلها والتي تحتاج الى اقل مايمكن من عمليات التصنيع.
- استعمال مواد بنائية متقاربة او مماثلة في مدى ديمومتها للحد من الطاقة المستهلكة في عمليات الصيانة على مدى طول عمر المبنى.