

## بحث بعنوان

تأثير استخدام مواد بناء مستدامة على جودة وأداء الهياكل الإنشائية

إعداد

المهندسة سلام محمد سعيد الصفوري

مدير الخدمات

بلدية دير أبي سعيد

**الملخص :**

استخدام مواد بناء مستدامة يعتبر عامل محوري في تأثير جودة وأداء الهياكل الانشائية، حيث يسهم في تحسين المتانة والاستدامة، كما يقلل من الأثر البيئي ويوفر تكاليف الصيانة، مما يجعلها خيارا مثاليا لبنية تحتية قوية ومستدامة.

**Abstract**

The use of sustainable building materials is a pivotal factor in influencing the quality and performance of structural elements, as it contributes to improving durability and sustainability, reduces environmental impact and saves maintenance costs, making it an ideal choice for strong and sustainable infrastructure.

## المُقدِّمة

تتعرض البيئة العالمية لضغوط متزايدة نتيجة للنمو السكاني السريع، والتغيرات المناخية، والتوسع الحضري، مما يجعل الحاجة إلى تبني ممارسات بناء مستدامة أكثر إلحاحاً من أي وقت مضى. في هذا السياق، تبرز المواد المستدامة كحلول فعالة لتقليل التأثير البيئي لقطاع البناء، الذي يعد واحداً من أكبر مصادر انبعاثات الكربون واستهلاك الموارد الطبيعية. تمثل المواد المستدامة عناصر أساسية في تحقيق التصاميم الهندسية المستدامة، وتحسين كفاءة استخدام الطاقة، وتعزيز الأداء البيئي للمباني.

## الأهداف الرئيسية للبحث

يهدف هذا البحث إلى استكشاف مفهوم المواد المستدامة في البناء من عدة جوانب، وذلك من خلال تحقيق الأهداف التالية:

1. تحديد أنواع المواد المستدامة المستخدمة في صناعة البناء وبيان خصائص كل منها.
2. تحليل الفوائد البيئية والاقتصادية لاستخدام هذه المواد.
3. استعراض التحديات والقيود التي قد تواجه عملية إدخال هذه المواد في ممارسات البناء التقليدية.
4. استكشاف التطبيقات المستقبلية والتوجهات الجديدة في هذا المجال.
5. مراجعة حالات دراسية واقعية لتطبيق المواد المستدامة في مشاريع بناء معقدة.

<https://iaspss.com>

من هنا، يسلط البحث الضوء على أهمية دراسة المواد المستدامة وتطبيقها كخطوة عملية نحو بناء مستقبل مستدام وصديق للبيئة للمدن والمجتمعات. سيساهم هذا البحث في توسيع الفهم حول كيفية دمج الاستدامة في كل جانب من جوانب قطاع البناء، مما يساهم في تحقيق التنمية المستدامة.

### اهمية البحث:

1. تعزيز الاستدامة البيئية: يساعد البحث في تأثير استخدام مواد بناء مستدامة على تقليل الأثر البيئي لعمليات البناء والبنية التحتية، مما يساهم في حماية البيئة والحفاظ على الموارد الطبيعية.
2. تحسين جودة الهياكل الانشائية: يساهم الاستخدام المستدام للمواد في تحسين جودة الهياكل الانشائية وزيادة متانتها، مما يقلل من احتمالية الأعطال والصيانة المستقبلية.
3. توفير التكاليف: يمكن للاستخدام المستدام للمواد أن يقلل من تكاليف البناء والصيانة على المدى الطويل، نتيجة للمتانة والاستدامة الأفضل للهياكل الانشائية.
4. تحسين كفاءة الطاقة: يمكن للبحث في هذا المجال أن يساهم في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في الهياكل الانشائية، مما يقلل من استهلاك الموارد الطاقوية ويساهم في تقليل انبعاثات الكربون.
5. تعزيز الابتكار والتطوير التقني: يمكن أن يشجع البحث في هذا المجال على ابتكار وتطوير تقنيات ومواد جديدة تساهم في تحسين جودة وأداء الهياكل الانشائية بشكل عام.

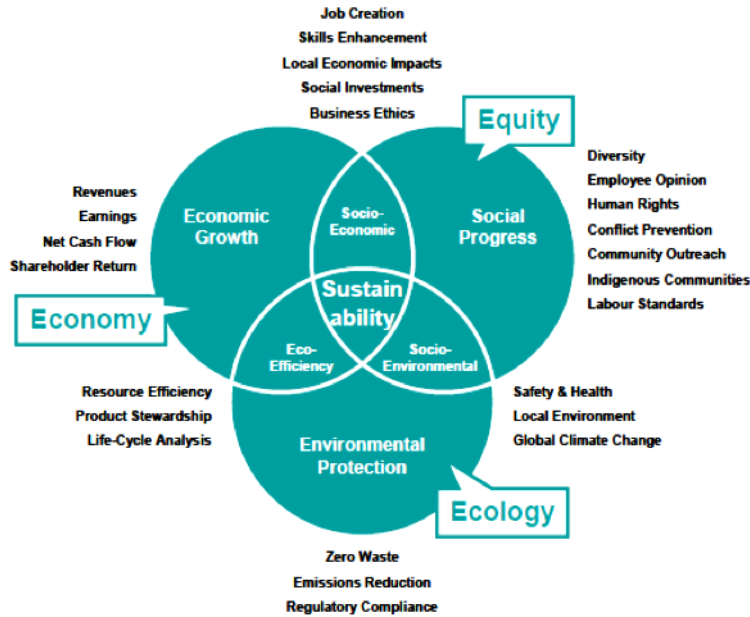
## اسئلة البحث:

1. ما هي الفوائد البيئية لاستخدام مواد بناء مستدامة على جودة الهياكل الانشائية؟
2. كيف يؤثر استخدام مواد بناء مستدامة على متانة واستدامة الهياكل الانشائية؟
3. ما هي التقنيات الجديدة والمواد الابتكارية التي يمكن استخدامها لتحسين أداء الهياكل الانشائية بشكل مستدام؟
4. هل يمكن توفير تكاليف البناء والصيانة عن طريق استخدام مواد بناء مستدامة؟
5. ما هي التحديات والعقبات التي قد تواجه استخدام المواد البناء المستدامة في تحسين جودة وأداء الهياكل الانشائية؟

## تعريف المواد المستدامة

عرفت التنمية المستدامة بأنها تنمية توفق بين التنمية البيئية والاقتصادية والاجتماعية فتنشأ حلقة صالحة بين هذه الأقطاب الثلاثة، فعالة من الناحية الاقتصادية، عادلة من الناحية الاجتماعية وممكنة من الناحية البيئية، وإنها التنمية التي تحترم الموارد الطبيعية والنظم البيئية وتدعم الحياة على الأرض وتضمن الناحية الاقتصادية دون نسيان الهدف الاجتماعي والذي يتجلى بالبحث عن العدالة , وقد عرف الباحث (غنايم، 2001) التنمية المستدامة هي التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتهم.

تعدّ التنمية المستدامة تنمية ثلاثية الأبعاد مترابطة ومتداخلة وتسمى بمبادئ 3 E وكما مبين في الشكل (1) حيث تداخل الأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية فضلاً عن بعد رابع وهو البعد المتعلق بالسياسات البلدية والمحلية (جهة اتخاذ القرار).



تشمل الميزات الأساسية للمواد المستدامة:

1. تجديد الموارد: تعتبر المواد المستدامة من موارد متجددة، مثل الخشب من أشجار تُزرع بشكل مستدام، أو المواد الزراعية التي يمكن إعادة زراعتها.
2. الكفاءة الطاقية: يُفضل استخدام المواد التي تحتاج إلى طاقة أقل في الإنتاج، مما يقلل من انبعاثات الكربون وتكاليف الطاقة.
3. قابلية إعادة التدوير: يُفضل استخدام مواد يمكن إعادة استخدامها وتدويرها، مما يقلل من النفايات.

4. التأثير البيئي المنخفض: تُنتج هذه المواد بطريقة تقلل من التأثيرات الضارة على البيئة، مثل التلوث أو تدمير المواطن البيئية.

5. الأمان والملاءمة الصحية: تُعتبر المواد المستدامة آمنة للاستخدام ولا تحتوي على مواد ضارة بالصحة البشرية.

تشمل أمثلة المواد المستدامة الأخشاب المعالجة بشكل مستدام، المواد القابلة للتحلل، البلاستيك المعاد تدويره، والمواد المصنعة من مصادر طبيعية مثل القنب أو الفطر.

### أهمية استخدام المواد المستدامة في البناء

استخدام المواد المستدامة في البناء يُعدّ من الأمور الضرورية في عصرنا الحالي، وله أهمية كبيرة تتناول جوانب متعددة، ومنها:

1. تقليل الأثر البيئي: المواد المستدامة تُنتج بطرق تقلل من الانبعاثات الكربونية، واستخدامها يُساعد في تقليل البصمة البيئية للمباني ويساهم في الحد من تلوث الهواء والماء.

2. تحسين الكفاءة الطاقية: العديد من المواد المستدامة تتميز بكفاءتها الطاقية، مما يقلل من استهلاك الطاقة في العمليات التشغيلية للمبنى، ويُساعد في تقليل تكاليف التشغيل على المدى الطويل.

3. توفير الموارد الطبيعية: استخدام المواد المعاد تدويرها أو المتجددة يُعزز من الحفاظ على الموارد الطبيعية ويساعد في تقليل استنزافها.

<https://iaspss.com>

4. تعزيز الراحة والصحة: المواد المستدامة غالبًا ما تكون خالية من المركبات العضوية المتطايرة (VOCs) والمواد الكيميائية الضارة، مما يُعزز من جودة الهواء الداخلي ويؤمّن بيئة صحية للمقيمين.

5. تحقيق الاستدامة الاقتصادية: على الرغم من أن التكاليف الأولية لبعض المواد المستدامة قد تكون أعلى، إلا أن الفوائد الاقتصادية على المدى الطويل، بسبب توفر الطاقة وتقليل الصيانة، يمكن أن تكون كبيرة.

6. زيادة قيمة العقار: المباني التي تستخدم المواد المستدامة تُعتبر أكثر جاذبية في السوق، مما قد يرفع من قيمة العقار ويجذب المستثمرين والمشتريين.

7. المساهمة في مجتمعات أكثر استدامة: تشجيع استخدام المواد المستدامة في البناء يُعزز من تطوير مجتمعات مستدامة بيئيًا ويساهم في رفع الوعي حول أهمية الاستدامة.

8. توفير خيارات متنوعة: توفر المواد المستدامة خيارات متعددة للبناء، مما يُسهل بناء تصاميم فريدة وعصرية تلبي احتياجات مختلفة.

باختصار، استخدام المواد المستدامة في البناء له تأثير إيجابي كبير على البيئة والاقتصاد والمجتمع، ويعزز من الصحة والسلامة العامة.

2. أنواع المواد المستدامة :

• الخرسانة الخضراء :

الخرسانة الخضراء هي نوع من الخرسانة التي تهدف إلى تقليل الأثر البيئي لعمليات البناء. تتميز هذه الخرسانة باستخدام مكونات صديقة للبيئة، مثل المواد المعاد تدويرها أو البدائل المستدامة، مما يقلل من استهلاك الموارد الطبيعية ويقلل انبعاثات الكربون.

تشمل الخصائص الرئيسية للخرسانة الخضراء ما يلي:

1. استخدام المواد الثانوية: مثل الرماد المتطاير، أو خبث الحديد، أو المواد المعاد تدويرها كجزء من مكونات الخرسانة، مما يقلل من الحاجة للأسمنت البورتلاندي التقليدي.

2. تقليل انبعاثات الكربون: من خلال خفض كمية الأسمنت المستخدم، حيث إن إنتاج الأسمنت يساهم بشكل كبير في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

3. تحسين الكفاءة الطاقية: بعض أنواع الخرسانة الخضراء يمكن أن تعزز من كفاءة الطاقة في المباني، مثل الخرسانة العاكسة للحرارة.

4. إعادة التدوير والمستدامة: تشجع على استخدام المواد المعاد تدويرها، مما يساهم في تقليل النفايات.

تسهم الخرسانة الخضراء في تحقيق الاستدامة في صناعة البناء، وتعتبر بديلاً جيداً للخرسانة التقليدية في العديد من التطبيقات.

## ما هي مكونات الخرسانة الخضراء :

الخرسانة الخضراء تتكون من مكونات مشابهة لتلك المستخدمة في الخرسانة التقليدية، ولكن مع التركيز على استخدام مواد أكثر استدامة وصديقة للبيئة. إليك المكونات الأساسية للخرسانة الخضراء:

### 1. الأسمنت:

- بدلاً من استخدام الأسمنت البورتلاندي التقليدي بشكل كامل، يمكن استخدام أوزان أقل من الأسمنت أو استبداله بجزيئات أخرى مثل الرماد المتطاير أو خبث الحديد.
- تستخدم أيضًا أنواع جديدة من الأسمنت المعالجة بشكل خاص لتكون أكثر صداقة للبيئة.

### 2. الماء:

- يجب استخدام مياه نظيفة وصالحة للشرب، ويمكن أيضًا استخدام مياه معالجة أو مستصلحة إذا كانت مناسبة.

### 3. الركام:

- يتكون من ركام خشن (حصي) وركام ناعم (رمال).
- يمكن استخدام مواد معاد تدويرها مثل ركام الخرسانة القديمة أو المعادن المعاد تدويرها كجزء من الركام.

#### 4. المضافات:

- يمكن إضافة مضافات (إضافات) لتحسين خصائص الخرسانة مثل السلوك أثناء التصلب، أو تحسين الالتصاق، أو تقليل الانكماش.
- تشمل المضافات مواد طبيعية مثل الألياف النباتية أو المواد البوليمرية.

#### 5. المواد الثانوية:

- تشمل المواد المعاد تدويرها، مثل الرمل المعاد تدويره، أو الزجاج المعاد تدويره، أو المخلفات الصناعية مثل الرماد المتطاير، ومواد مثل بقايا مصنع تجهيز الأغذية.
- باستخدام هذه المكونات، تهدف الخرسانة الخضراء إلى تحقيق توازن بين الأداء والجودة، مع تقليل الأثر البيئي لصناعة البناء.

#### ما هي فوائد الخرسانة الخضراء

الخرسانة الخضراء تقدم العديد من الفوائد البيئية والاقتصادية، وإليك أبرز هذه الفوائد:

#### 1. تقليل الانبعاثات الكربونية:

- استخدام مواد بديلة مثل الرماد المتطاير أو خبث الحديد يقلل من الحاجة إلى الأسمنت البورتلاندي، مما يساهم في خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بعملية إنتاج الأسمنت.

## 2. الاستدامة:

- الخرسانة الخضراء تدعم ممارسات البناء المستدام عن طريق استخدام المواد المعاد تدويرها وتقليل استهلاك الموارد الطبيعية.

## 3. تحسين كفاءة الموارد:

- يساعد استخدام النفايات الصناعية والمواد المعاد تدويرها في تقليل الاعتماد على المواد الأولية، مما يحافظ على الموارد الطبيعية.

## 4. قوة التحمل:

- بعض مكونات الخرسانة الخضراء، مثل الألياف المعدنية أو الخشبية، تساهم في تعزيز متانة الخرسانة وقوتها، مما يجعلها ملائمة للاستخدام في هياكل معقدة.

## 5. خفض التكاليف:

- في بعض الحالات، يمكن أن تؤدي استخدام المواد المعاد تدويرها والمواد البديلة إلى تقليل تكاليف المشروع، خاصة إذا كانت هذه المواد متاحة محلياً.

## 6. تحسين العزل الحراري والصوتي:

- يمكن أن تتميز بعض أنواع الخرسانة الخضراء بخصائص عزل حراري وصوتي أفضل، مما يساهم في تحسين راحة المستخدمين في المباني.

## 7. توفير الطاقة:

○ يمكن أن تؤدي الخصائص الميكانيكية المحسنة للخرسانة الخضراء إلى تقليل احتياجات الطاقة في البناء والتشغيل.

## 8. توافق مع معايير البناء الحديثة:

○ تتوافق الخرسانة الخضراء مع اللوائح والمعايير الحديثة بشأن الاستدامة، مما يجعلها خياراً مفضلاً في المشاريع الخضراء.

باختصار، فإن استخدام الخرسانة الخضراء يعزز من جهود الاستدامة في صناعة البناء، ويقلل من الأثر البيئي، ويوفر حلاً اقتصادياً فعالة.

## المواد المعاد تدويرها

### ما هي أنواع المواد المعاد تدويرها

هناك العديد من أنواع المواد المعاد تدويرها التي يمكن استخدامها في البناء، وخاصة في الخرسانة. إليك بعض هذه المواد:

## 1. الرماد المتطاير:

○ وهي نتاج ثانوي لعملية احتراق الفحم في محطات توليد الطاقة. تستخدم كبديل جزئي للأسمنت، مما يقلل من انبعاثات الكربون.

## 2. خبث الحديد:

- مادة تنتج عن تصنيع الحديد والصلب، ويمكن استخدامها كبديل جزئي للأسمنت أو كمواد مضافة لتحسين خصائص الخرسانة.

## 3. الحصى المعاد تدويره:

- يتكون من الحصى والرمال الناتجة عن تكسير الخرسانة القديمة، ويمكن استخدامه كبديل للركام في تصنيع الخرسانة الجديدة.

## 4. زجاج معاد تدويره:

- يمكن استخدام الزجاج المعاد تدويره كجزء من الخلطة الخرسانية أو كحجر زخرفي في البناء.

## 5. الخرسانة المعاد تدويرها:

- يمكن إعادة تدوير الخرسانة القديمة إلى ركام لاستخدامه في إنشاء خرسانة جديدة، مما يقلل من الفاقد في البناء.

## 6. الألياف المعاد تدويرها:

- مثل الألياف الزجاجية أو ألياف البولي بروبيلين، تستخدم لتحسين المتانة والقوة.

## 7. الخشب المعاد تدويره:

- يمكن استخدام الخشب من الهياكل القديمة أو النفايات الخشبية، سواء في البناء أو كعناصر زخرفية.

## 8. الأسفلت المعاد تدويره:

- يستخدم في إنشاء طرق جديدة أو كمواد بناء لمشاريع البنية التحتية.

## 9. المواد البلاستيكية المعاد تدويرها:

- يمكن استخدامها كعناصر خفيفة الوزن في البناء أو كألياف لتعزيز الخرسانة.
- استخدام هذه المواد لا يساعد فقط في تقليل الفاقد، بل يساهم أيضًا في تحقيق استدامة بيئية في صناعة البناء.

## ما هي تحديات الاستخدام

- استخدام المواد المعاد تدويرها في البناء يحمل العديد من الفوائد، إلا أنه يواجه أيضًا مجموعة من التحديات. فيما يلي بعض التحديات الرئيسية المرتبطة باستخدام هذه المواد:

## 1. معايير الجودة:

<https://iaspss.com>

○ قد تختلف جودة المواد المعاد تدويرها بسبب تنوع مصادرها. من الضروري تقييم جودة هذه المواد لضمان أنها تلي المعايير المطلوبة للبناء.

## 2. نقص المعرفة والدراية:

○ لا تزال بعض شركات البناء والمهندسين غير مدركين للفوائد والطرق الصحيحة لاستخدام المواد المعاد تدويرها، مما قد يؤدي إلى نقص في الاعتماد عليها.

## 3. التكلفة الأولية:

○ على الرغم من أن المواد المعاد تدويرها يمكن أن تكون أقل تكلفة على المدى الطويل، إلا أن التكاليف الأولية للاستثمار في تقنيات إعادة التدوير والبنية التحتية يمكن أن تكون مرتفعة.

## 4. التعامل مع المواد:

○ قد تتطلب المواد المعاد تدويرها مواصفات خاصة في التعامل والتخزين والنقل. ذلك يمكن أن يزيد من التعقيدات اللوجستية.

## 5. المسائل التنظيمية:

○ قد تكون هناك تنظيمات قانونية قد تحد من استخدام المواد المعاد تدويرها أو تتطلب إجراءات إضافية للتأكد من توافقها مع المعايير البيئية والبنائية.

## 6. المتانة والموثوقية:

- قد يكون هناك قلق من أن المواد المعاد تدويرها لا توفر نفس مستوى المتانة والموثوقية مثل المواد الجديدة، مما يثير مخاوف من أداء المباني على المدى الطويل.

## 7. المظهر والتشطيب:

- قد يتطلب وضع المواد المعاد تدويرها تعديلات في التصميم أو التشطيب لتحقيق المظهر المرغوب، مما يمكن أن يزيد من تعقيد المشروع.

## 8. توافر المواد:

- في بعض المناطق، قد يكون من الصعب الحصول على كمية كافية من المواد المعاد تدويرها بشكل منتظم.

## 9. فهم الأداء بشكل دقيق:

- قد تكون هناك حاجة لمزيد من الأبحاث والدراسات لفهم كيفية تصرف المواد المعاد تدويرها في ظل ظروف معينة، مما يمكن أن يؤثر على اتخاذ القرار بشأن استخدامها.

بغض النظر عن هذه التحديات، الاستثمار في التعليم والبحث والتكنولوجيا يمكن أن يساعد في التغلب على الكثير من هذه العوائق، مما يسهل التوسع في استخدام المواد المعاد تدويرها في البناء.

## • المواد الحيوية

## ما هي خصائص المواد الحيوية

المواد الحيوية، المعروفة أيضًا بالمواد البيولوجية، هي مواد تُستخدم في التطبيقات الطبية وغيرها من المجالات التي تتفاعل مع الأنسجة الحية. تتميز هذه المواد بعدة خصائص مهمة، منها:

### 1. البيولوجية:

- يجب أن تكون المواد الحيوية قادرة على التفاعل بإيجابية مع الأنسجة الحية، مما يعني أنها يجب أن تكون آمنة وغير سامة.

### 2. التوافق الحيوي:

- تقيس مدى قدرة المادة على التفاعل بشكل إيجابي مع الجسم دون التسبب في ردود فعل سلبية، مثل الالتهاب أو الرفض المناعي.

### 3. الميكانيكية:

- يجب أن تمتلك المواد الحيوية خصائص ميكانيكية مناسبة تتماشى مع الأنسجة التي يتم استخدامها فيها، مثل القوة والمرونة.

### 4. التحلل البيولوجي:

- تُفضل بعض المواد الحيوية أن تكون قابلة للتحلل، مما يعني أنها تتفكك داخل الجسم بعد فترة زمنية معينة دون أن تؤدي الأنسجة.

## 5. القدرة على التكيف:

- المواد الحيوية يجب أن تكون قادرة على التكيف مع البيئات الفسيولوجية المختلفة، مما يعني أنها تتفاعل بشكل مناسب مع الأنسجة والسوائل في الجسم.

## 6. التحفيز الحيوي:

- بعض المواد الحيوية تكون قادرة على تحفيز الاستجابة البيولوجية أو المساعدة في الشفاء، مثل دعم النئام الجروح أو تكوين الأنسجة.

## 7. المسامية:

- تساعد المسامية في توفير إمكانية مرور السوائل والخلايا، مما يشجع على الاندماج مع الأنسجة الحية.

## 8. التحكم في الإفرازات:

- يجب أن تتمكن المواد الحيوية من التحكم في الإفرازات أو إطلاق العلاجات بشكل منظم، مثل الأدوية.

## 9. القدرة على التخصيب:

- في بعض التطبيقات، يُفضل أن تكون المواد الحيوية قادرة على التعزيز من نمو الخلايا أو الأنسجة.

هذه الخصائص تجعل المواد الحيوية مناسبة للاستخدام في مجالات عدة مثل زراعة الأعضاء، الأطراف الصناعية، ترقيع الأنسجة، وأدوات الجراحة.

### كيفية تطبيق المواد الحيوية في البناء

المواد الحيوية تُستخدم في مجال البناء بشكل متزايد، حيث تُعتبر بدائل مستدامة وفعّالة للمواد التقليدية. إليك بعض الطرق التي يتم بها تطبيق المواد الحيوية في البناء:

#### 1. أخشاب معالجة:

○ تستخدم خشب الأشجار والمشتقات النباتية كمواد بناء، حيث تُعالج لتحسين قوتها ومقاومتها للعوامل الجوية.

#### 2. الشعير والكتان:

○ يُستخدم الشعير كعزل حراري وصوتي، بينما تُستعمل ألياف الكتان لصنع الأقمشة والمواد المركبة ذات الوزن الخفيف.

#### 3. الطوب الحيوي:

○ تُصنع الطوب من الطين المضاف إليه مواد حيوية أو ألياف نباتية، مما يعزز قوته ويوفر عزلاً أفضل.

#### 4. الخرسانة الحيوية:

- تُستخدم البكتيريا لإنتاج مواد حيوية تقوم بإصلاح الشقوق في الخرسانة، مما يزيد من عمر المباني.

#### 5. الألياف الزجاجية والألياف الحيوية:

- تُستخدم هذه الألياف في تصنيع المواد المركبة القابلة للتجديد، التي تتمتع بمقاومة عالية ووزن خفيف.

#### 6. الإيكوبلوك (Eco-Blocks):

- تُصنع هذه الكتل من مواد إعادة التدوير والألياف الحيوية، وتعتبر خيارًا صديقًا للبيئة للبناء.

#### 7. الدهانات الطبيعية:

- تُصنع من مواد حيوية مثل الطين والأصبغ الطبيعية، مما يقلل من التأثير السلبي للمواد الضارة.

#### 8. جدران النباتية:

- يتم استخدام الزراعة العمودية، حيث تُزرع النباتات على الجدران لتوفير العزل، وتحسين جودة الهواء، وتوفير مظهر جمالي.

## 9. العزل الطبيعي:

- تُستخدم مواد مثل الصوف، والقنب، والألياف النباتية كعزل حراري طبيعي، مما يساعد في تقليل استهلاك الطاقة في المباني.

## 10. أنظمة الطاقة الحيوية:

- يمكن استخدام المواد الحيوية لتطوير أنظمة طاقة مستدامة، مثل الطاقة الشمسية أو الطاقة الحرارية الحيوية.

تساعد هذه التطبيقات في بناء مبانٍ أكثر استدامة وصديقة للبيئة، حيث تستفيد من الموارد الطبيعية وتقلل من الأثر البيئي للمشاريع الإنشائية.

## الفوائد الرئيسية للمواد المستدامة

### هو الأثر البيئي

الأثر البيئي يشير إلى التأثيرات التي تحدثها الأنشطة البشرية على البيئة الطبيعية. يمكن أن تشمل هذه الأنشطة سلوكيات الأفراد، والعمليات الصناعية، والزراعة، والبناء، والنقل، والعديد من المجالات الأخرى. الآثار البيئية يمكن أن تكون إيجابية أو سلبية، وتتعلق بمجموعة واسعة من المجالات، ومنها:

## 1. تلوث الهواء:

<https://jaspps.com>

○ ناتج عن انبعاثات المصانع، عوادم السيارات، والمواد الكيميائية، مما يسبب مشاكل صحية وبيئية.

## 2. تلوث المياه:

○ يحدث بسبب انسكاب المواد الكيميائية، مياه الصرف، والمخلفات الصناعية، مما يؤثر على النظام البيئي للمياه.

## 3. التغير المناخي:

○ ناتج عن زيادة انبعاثات الغازات الدفيئة، مما يؤدي إلى ظواهر جوية متطرفة، وارتفاع درجات الحرارة، وذوبان الجليد.

## 4. فقدان التنوع البيولوجي:

○ يحدث بسبب التلوث، والموائل المدمرة، والصيد الجائر، مما يؤثر على الأنواع الحية ونظمها البيئية.

## 5. تلوث التربة:

○ ناتج عن استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة الكيماوية، مما يؤثر على جودة التربة وصحة النباتات

## 6. إزالة الغابات:

○ يعبر عن تدمير المساحات الخضراء لأغراض زراعية أو عمرانية، مما يؤثر على الموائل الطبيعية ومناخ الأرض.

#### 7. استخدام الموارد الطبيعية:

○ الإفراط في استغلال الموارد مثل المياه، والمعادن، والطاقة، مما يؤدي إلى نفاذها.

#### 8. النفايات:

○ يشير إلى النفايات الصلبة والخطرة الناتجة عن الأنشطة البشرية، والتي يمكن أن تؤثر على البيئة المحلية ونظمها البيئية.

من المهم أن نفهم الأثر البيئي لأن ذلك يساعد في اتخاذ قرارات أكثر استدامة تؤدي إلى حماية البيئة وتحسين جودة الحياة للأجيال الحالية والمقبلة.

#### العوامل الاقتصادية

#### تكلفة التنفيذ

تكلفة تنفيذ مشروع أو نهج أو عملية تعتمد بشكل كبير على العديد من العوامل، بما في ذلك:

1. نوع المشروع: تكلفة المشاريع البيئية تختلف حسب نوع المشروع (مثل بناء منشأة للطاقة المتجددة،

أو مشروع إعادة تدوير، أو برنامج للحفاظ على التنوع البيولوجي).

2. حجم المشروع: كلما زاد حجم المشروع وعدد الأنشطة المطلوبة، زادت التكلفة.
3. الموارد البشرية: تشمل تكاليف العمالة والمهنيين المدربين الذين سيديرون المشروع.
4. المواد والمعدات: تشمل تكاليف شراء المعدات والأدوات والمواد اللازمة لتنفيذ المشروع.
5. الموقع: يمكن أن تختلف التكاليف حسب الموقع الجغرافي والتكاليف المرتبطة بالبنية التحتية.
6. التصاريح والتراخيص: بعض المشاريع تحتاج إلى تصاريح بيئية، مما قد يجعل التكلفة أعلى.
7. الإدارة والتسويق: التكاليف المرتبطة بالترويج للمشروع وإدارته.
8. الأبحاث والدراسات: تكاليف إجراء الأبحاث والدراسات البيئية المطلوبة لضمان نجاح المشروع.
9. الاستدامة: في بعض الحالات، قد يتطلب الأمر استثمارات إضافية لضمان استدامة المشروع على المدى الطويل.

لتحديد تكلفة معينة، يجب إجراء تحليل شامل يأخذ في الاعتبار جميع هذه العوامل وغيرهم، حيث يمكن أن تختلف التكلفة بشكل كبير من مشروع إلى آخر. إذا كان لديك مشروع محدد في التفكير، سيكون من الأفضل وضع ميزانية مفصلة بناءً على المعطيات المتاحة.

العائد على الاستثمار

استخدام مواد بناء مستدامة يمكن أن يؤدي إلى عدة فوائد تتعلق بالعائد على الاستثمار (ROI) فيما

يخص جودة وأداء الهياكل الإنشائية. إليك بعض النقاط التي توضح هذه العوائد:

1. تقليل التكاليف التشغيلية: المواد المستدامة غالبًا ما تكون أكثر كفاءة في استخدام الطاقة، مما يقلل

من فواتير الطاقة. على المدى الطويل، يمكن أن تؤدي هذه الكفاءة إلى عائدات إيجابية.

2. عمر أطول للمنتج: المواد المستدامة غالبًا ما تتمتع بمتانة أكبر، مما يقلل من الحاجة إلى الصيانة

والتجديد، وينعكس ذلك بشكل إيجابي على العائد المالي.

3. تحسين جودة البيئة الداخلية: استخدام مواد بناء غير سامة وصديقة للبيئة يمكن أن يحسن من جودة

الهواء الداخلي، مما يؤدي إلى تحسين صحة ورضا الشاغلين وزيادة الإنتاجية.

4. زيادة قيمة العقار: العقارات التي تستخدم تقنيات ومواد بناء مستدامة قد تجذب أعلى قيم في السوق،

مما يساهم في زيادة العائد على الاستثمار.

5. تلبية الطلب المستدام: يسعى المستأجرون والمستثمرون بشكل متزايد لامتلاك أو استئجار عقارات

مستدامة، مما يمكن أن يزيد الطلب ويؤثر إيجابًا على العوائد.

6. الحوافز الحكومية: بعض المناطق تقدم حوافز ضريبية أو دعم مالي للمشاريع المستدامة، مما يساهم

في تقليل التكاليف وزيادة العوائد.

7. تقليل المخاطر: المواد المستدامة قد تكون أقل عرضة للتدهور بسبب العوامل البيئية، مما يقلل من

المخاطر المرتبطة بالاستثمارات في مجال البناء.

بشكل عام، يمكن القول إن استخدام مواد بناء مستدامة ليس فقط يساهم في تحسين جودة وأداء الهياكل الإنشائية، بل أيضًا يمكن أن يوفر فوائد اقتصادية ملموسة للمستثمرين والمطورين.

#### • التحديات والقيود

- مقاومة العوامل الجوية : استخدام مواد بناء مستدامة يتطلب دراسة مستفيضة لمقاومتها للعوامل الجوية وتأثيرها على جودة الأداء للإنشاءات. تخطيط جيد واستخدام التقنيات المناسبة يمكن أن يساهم في تحسين مقاومة هذه المواد للعوامل الجوية المختلفة وضمان استدامتها على المدى الطويل. وفيما يلي بعض النقاط التي تبرز تأثير العوامل الجوية على الجودة والأداء:

#### 1. مقاومة الرطوبة:

- المواد المستدامة مثل الخشب المعالج والمركبات الحيوية قد تكون أكثر عرضة للرطوبة والعفن. تحتاج إلى معالجة خاصة لضمان .
- ينبغي استخدام مواد عازلة وممانعة للماء لحماية الهياكل.

#### 2. التغيرات الحرارية:

- يمكن أن تتقلص أو تتمدد المواد مع تغير درجات الحرارة، مما يؤثر على التماسك والهيكل.
- تعتمد بعض المواد المستدامة ميكانيكيات تركيب خاصة تسمح لها بالتكيف مع هذه التغيرات.

### 3. تعرض للأشعة فوق البنفسجية:

- بعض المواد البيئية قد تتأثر بالأشعة الضارة، مما يؤدي إلى التدهور بمرور الوقت.
- استخدام طلاءات واقية أو مواد مقاومة للأشعة يمكن أن يساعد في الحفاظ على جودة المادة.

### 4. قوة التحمل:

- يجب على المواد المستدامة أن تتمتع بقوة تحمل كافية لتصمد أمام الضغوط الناتجة عن الرياح، الأمطار، والزلازل.
- الاختبارات هي جزء أساسي من ضمان أن المواد المستخدمة تتوافق مع المعايير الهندسية.

### - المتطلبات الفنية

استخدام مواد بناء مستدامة يتطلب مراعاة مجموعة من المتطلبات الفنية التي تضمن جودة وأداء الهياكل الإنشائية. إليك بعض هذه المتطلبات:

### 1. المواد:

<https://iaspss.com>

○ يجب اختيار مواد بناء مستدامة مثل الخشب المعتمد من مصادر مستدامة، والخرسانة المعاد تدويرها، والصلب المعاد تدويره.

○ التأكد من أن المواد تحتوي على مستويات منخفضة من المواد الضارة وغازات الدفيئة.

## 2. التصميم:

○ اتباع مبادئ التصميم المستدام، مثل تقليل الهدر ورفع الكفاءة الطاقية.

○ استخدام برمجيات نمذجة معلومات البناء (BIM) لضمان التخطيط الجيد ودقة التصميم.

## 3. الجودة:

○ إتباع معايير الجودة في المواد والعمليات الإنشائية، مع إجراء اختبارات دورية للتأكد من جودة المواد المستخدمة.

○ التأكد من توافق المواد مع المعايير المحلية والدولية.

## 4. الأداء:

○ التحقق من قدرة المواد على التحمل وتحقيق الأداء المتوقع في مختلف الظروف المناخية.

○ دراسة عمليات العزل الحراري والصوتي للمواد المستخدمة لضمان الراحة والكفاءة.

## 5. تكنولوجيا البناء:

<https://jasps.com>

- استخدام تكنولوجيا البناء الحديثة مثل الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية) وأنظمة إدارة المياه.
- تطبيق الأساليب الذكية في البناء مثل الأتمتة والتحكم في الجودة.

#### 6. التكلفة:

- دراسة التكلفة الإجمالية لدورة حياة المواد، بما في ذلك التكاليف الأولية وتكاليف الصيانة والتشغيل.
- البحث عن حلول مواد بناء توفر التكاليف على المدى الطويل.

#### 7. التشريعات والمعايير:

- الالتزام بقوانين ومواصفات البناء المحلية المتعلقة بالاستدامة.
- التقييم البيئي للمشاريع الإنشائية وفقاً للمعايير المحلية والدولية.

#### 8. التقنيات البديلة:

- تجربة استخدام التقنيات والخامات الجديدة مثل المواد الحيوية أو المواد ذات المصدر المحلي لتقليل آثار النقل.

باتباع هذه المتطلبات، يمكن تحقيق تصميم وبناء هياكل إنشائية مستدامة تجمع بين الجودة والأداء، مما يسهم في الحفاظ على البيئة وتلبية احتياجات المجتمع.

بالطبع! إليك بعض الأمثلة على المواد المستدامة والتقنيات المستخدمة في البناء في البلدان المذكورة:

#### 1. الخشب المستدام:

- الدنمارك والسويد تستخدم الخشب من غابات مدارة بشكل مستدام، مما يقلل من انبعاثات الكربون ويعزز إعادة التدوير.

#### 2. الخرسانة المعاد تدويرها:

- في ألمانيا وكندا، يُستخدم الخرسانة المعاد تدويرها من الهدم في بناء مشاريع جديدة، مما يقلل من النفايات ويخفض من استخدام المواد الأولية.

#### 3. الطاقة الشمسية:

- تُستخدم الألواح الشمسية في مباني أستراليا والولايات المتحدة، مما يساهم في تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية.

#### 4. العزل الحراري المتقدم:

- يتم استخدام تقنيات العزل الحديثة في المباني في النرويج، حيث يُوجد تركيز على استخدام مواد تقلل من استهلاك الطاقة لتبريد وتسخين المباني.

## 5. الدهانات والمواد الداخلية الخالية من المواد الكيميائية:

- السويد تُعتمد على استخدام مواد غير سامة في بناء المنازل، مثل الدهانات الصديقة للبيئة التي لا تحتوي على مواد كيميائية ضارة.

## 6. أنظمة جمع مياه الأمطار:

- تُستخدم أنظمة جمع مياه الأمطار في الدنمارك وكندا، مما يُعزز من كفاءة استخدام المياه وتقليل الهدر.

## 7. الطوب والكتل المصنوعة من مواد معاد تدويرها:

- بعض المشاريع في الولايات المتحدة تستخدم كتل طوب مصنوعة من النفايات المعاد تدويرها، مثل الزجاج أو البلاستيك.

تعتبر هذه المواد والتقنيات مثلاً على كيفية دمج الاستدامة في التصميم والبناء، وتعكس الوعي المتزايد بأهمية الحفاظ على البيئة.

## النتائج والتوصيات:

## نتائج:

1. استخدام مواد بناء مستدامة يمكن أن يحسن جودة الهياكل الإنشائية ويزيد من متانتها.
2. التركيز على الاستدامة في اختيار المواد يمكن أن يقلل من تكاليف الصيانة والإصلاح في المستقبل.
3. الاستخدام المستدام للمواد يمكن أن يساهم في تقليل الأثر البيئي للبنية التحتية.

### توصيات:

1. تشجيع استخدام المواد البناء المستدامة في مشاريع البناء والإنشاء.
2. تطوير سياسات وتشريعات تشجع على استخدام المواد المستدامة في القطاع الإنشائي.
3. تعزيز البحث والابتكار في مجال تطوير مواد بناء مستدامة وفعالة لتحسين جودة وأداء الهياكل الإنشائية.
4. توعية المهندسين والمقاولين بفوائد استخدام المواد البناء المستدامة على الهياكل الإنشائية.
5. إجراء دراسات مستقبلية لتقييم الأثر البيئي والاقتصادي للاستخدام المستدام للمواد في مشاريع البناء.

### خاتمة:

في ختام هذا البحث، يمكننا أن نستنتج أن استخدام مواد بناء مستدامة يُعتبر من العوامل الرئيسية لتعزيز جودة وأداء الهياكل الإنشائية. حيث تساهم هذه المواد في تحسين متانة الهياكل وتقليل التكاليف التشغيلية والصيانة على المدى الطويل، بالإضافة إلى تقليل الأثر البيئي المرتبط بعمليات البناء.

<https://jasps.com>

كما أظهر البحث أن تطبيق المواد المستدامة يمكن أن يؤدي إلى تقليل استهلاك الموارد الطبيعية والطاقة، مما يسهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. وعلاوة على ذلك، فإن الاستثمار في الأبحاث والتطوير في مجال المواد المستدامة يُعتبر خطوة استراتيجية لبناء بنية تحتية أكثر *resilience* وقدرة على مواجهة التحديات المستقبلية.

وبالتالي، يُوصى بزيادة الوعي والتدريب بين المهندسين والمصممين حول فوائد المواد المستدامة، بالإضافة إلى حث الجهات المعنية على تبني السياسات التي تشجع على استخدامها. إن التحول نحو البناء المستدام ليس مجرد خيار، بل ضرورة ملحة لمواجهة تحديات القرن الواحد والعشرين.

ختامًا، يبقى البحث مستمرًا في هذا المجال الواعد، مع الأمل في أن تتضافر جهود الجميع لتحقيق بناء أكثر استدامة وكفاءة.

**المراجع:**

**مراجع عربية:**

1. علي، هاني". (2019) تأثير استخدام المواد المستدامة على أداء الهياكل الإنشائية. "مجلة الهندسة والعمارة، جامعة الأزهر.

2. سالم، محمود". (2020) دراسة تأثير المواد المستدامة على الجودة والموثوقية للمنشآت. "المجلة العربية للهندسة المدنية.

3. محمد، أحمد". (2018). البناء الأخضر وتأثيراته على البيئة وجودة الحياة. " المؤتمر العربي للهندسة

المستدامة.

### مراجع أجنبية:

1. Kibert, Charles J. (2016). "Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery". Wiley.
2. Zuo, J., & Zhao, Z. (2014). "Green building research—current status and future agenda: A review." Energy and Buildings, 74, 363–371.
3. Maldonado, M.G., & Araújo, C. (2017). "Sustainable materials and sustainability of structures." Journal of Cleaner Production, 147, 436–447.
4. Ashby, M.F. (2013). "Materials and the Environment: Eco-informed Material Choice." Butterworth–Heinemann.