المباني المتعادلة
في الأردن

JORDAN GBC
المجلس الأردني للأبنية الخضراء
Jordan Green Building Council

FRIEDRICH EBERT STIFTUNG
Climate and Energy Project
مشروع الطاقة والمناخ

قام مشروع الطاقة والمناخ الإقليمي في مؤسسة فريدريش إيبرت لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بالإشراف على إجراء هذه الدراسة وتحريرها ومراجعتها ونشرها.

السنة ٢٠٢٠

عن مشروع الطاقة والمناخ الإقليمي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

يدعو مشروع الطاقة والمناخ الإقليمي في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا إلى إحداث التغيير في مجال استهلاك الطاقة ليتم الاعتماد على الطاقة المتجددة والاستخدام الفعال للطاقة، كما يواصل المشروع البحث عن حلول ليضمن تطبيق التغيير العادل في قطاع الطاقة ليوفر الحماية لكوكب الأرض والناس على حد سواء. ونظرًا لأنّ منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا هي واحدة من أكثر المناطق تأثرًا بتغير المناخ، فإننا نشارك من خلال تقديم المشورة بشأن السياسات، والبحث، والتوعية في مجال سياسات التغير المناخي، والتحول في مجال استهلاك الطاقة، والاستدامة الحضرية، كل ذلك إلى جانب الدعم من مؤسسات البحث ومنظمات المجتمع المدني والشركاء الآخرين في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وأوروبا أيضاً.

المسؤول:

فرانسيسكا فيهنجر
مديرة المشروع الإقليمي للطاقة والمناخ في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا

للتواصل:

Fes@fes-jordan.org
مؤسسة فريدريش إيبرت
مكتب عمان
صندوق بريد: ٩٤١٨٧٦ عمان
١١١٩٤ – الأردن

المباني المتعادلة
في الأردن

© ٢٠٢٠ جميع الحقوق محفوظة لدى المجلس الأردني للأبنية الخضراء.
يمنع النسخ أو التصوير أو النقل أو الإقتباس من هذا الكتاب إلا بإذن خطي من الناشر، تحت الملاحقة القانونية.

المملكة الأردنية الهاشمية

رقم الإيداع: ٣٠٩٧ /٨/٢٠٢٠
رقم التصنيف الدولي (ISBN): ٩٧٨-٩٩٥٧-٨٧٥١-١-٤

المؤلف:
م. إيمان صباح

المؤلف المشارك:
م. هبة الناظر

تصميم ورسومات:
رزان الشيخ

عمان، الأردن

شكر وتقدير
يتقدم المجلس الأردني للأبنية الخضراء وجميع أعضاؤه بجزيل الشكر للتالية أسماؤهم، تقديراً لجهودهم القيمة المبذولة لإنتاج هذا الكتيب:
م. سامر التكروري
د. أيمن بطاينة
م. زهراء شطناوي

فريق مجلس الأبنية الخضراء الاردني
المدير التنفيذي: م. الاء عبدالله
منسق المشروع: هند حديدي

كما يود المجلس أن يشكر مؤسسة فريدريش إيبرت لتعاونهم ودعمهم القدير في المساهمة لتطوير وإنتاج هذا الكتيب.

جدول المحتويات

٤ تمهيد

١٠ مقدمة في المباني المتعادلة

١١ ١. ما هوالمبنى المتعادل؟
١٧ ٢. الطاقة
٢٣ ٣. المياه
٢٧ ٤. انبعاثات الكربون
٣٣ ٥. تحديد الهدف

٣٤ تنفيذ المباني المتعادلة

٣٥ ١. البداية
٣٩ ٢. المباني متعادلة الطاقة
٥٨ ٣. المباني المتعادلة مائياً
٦٥ ٤. المباني المتعادلة كربونياً

٨٤ الحواجز والتدابير التخفيفية للمباني المتعادلة

٨٦ ١. الحواجز نحو تحقيق المباني المتعادلة
٨٩ ٢. التدابير التخفيفية لتحقيق المباني المتعادلة
٩٢ ٣. توجيهات لتشغيل وتنفيذ المباني المتعادلة
١٠٠ ٤. تكلفة المباني المتعادلة
١٠١ ٥. البرامج الدولية نحو تحقيق المباني المتعادلة
١٠٥ ٦. البرامج الوطنية نحو تحقيق المباني المتعادلة

١١٠ الخلاصة
١١٢ المراجع
١١٤ الأعضاء والخدمات

تمهيد

أدّى تآكل طبقة الأوزون

إلى زيادة الوعي بشأن آثار تغير المناخ في السنوات القليلة الماضية، مما قاد كلّاً من الدول العظمى والدول الناشئة إلى اتخاذ إجراءات جادة للتخفيف من تأثير النشاط البشري على طبقة الأوزون. [1]

لمكافحة تغير المناخ والتخفيف من آثاره.

سميت هذه الاتفاقية «اتفاقية باريس» التي تتطلب من جميع الأطراف تحديد أهداف وغايات تقلل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري للحد من ارتفاع درجة حرارة الأرض إلى ١,٥ درجة مئوية أو أكثر.

يتم صياغة الأهداف والوسائل الخاصة بكل دولة في وثيقة خاصة تتضمن المساهمات المحددة وطنياً (NDCs).

تشمل المساهمات المحددة وطنيًا ما يلي – على سبيل المثال لا الحصر؛

١
التحول
إلى تقنيات منخفضة الانبعاثات
تفرض رسوماً على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون و انبعاثات الغازات الدفيئة الأخرى

٢
الحد
من الانبعاثات السنوية لغازات الاحتباس الحراري السنوية للمنظمات والشركات والمصانع داخل الدولة

٣
تقديم
المنح والإعانات الوطنية
لتحفيز خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري

تعتبر المباني المتعادلة ذات أهمية كبيرة للدول التي تساهم في الحد من آثار انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، حيث أنها تساهم بشكل كبير في تحقيق أهداف اتفاقية باريس.

الأهداف التي تم تحديدها
لتعزيز ودعم تسريع انتشار المباني المتعادلة:

- **يجب أن تكون جميع المباني الجديدة متعادلة كربونياً بحلول عام ٢٠٣٠**، بحيث تصبح ممارسة عامة لتحقيق أهداف اتفاقية باريس.

- **يجب أن تصبح جميع المباني القائمة والجديدة متعادلة كربونياً بحلول عام ٢٠٥٠**، مما يتطلب تسارعاً في أعمال إعادة تأهيل المباني القائمة.

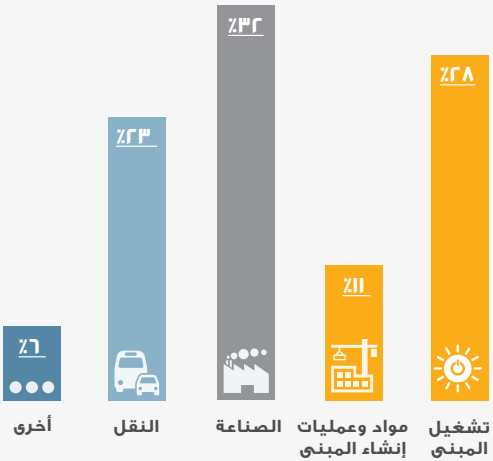
على الصعيد العالمي، تتسبب المباني في ٣٩٪ من انبعاثات الكربون؛

٢٨٪ من هذه الانبعاثات تكون في مرحلة تشغيل المبنى (الطاقة اللازمة للتدفئة والتبريد والتشغيل)، و ١١٪ منها من المواد وعملية إنشاء المبنى (الشكل ١) [٢].

العامل الأكبر المسبب لانبعاثات الكربون في المباني هو:

استخدام الطاقة بأشكالها المتعددة في فترة تشغيل المبنى.

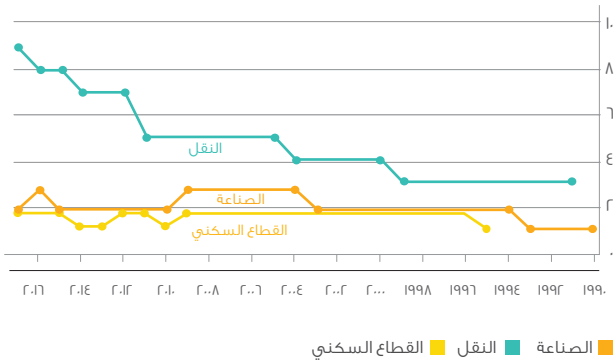
نتيجة لذلك، فإن تقليل استخدام الطاقة في المباني من خلال تنفيذ تدابير كفاءة الطاقة (EEM) أو تدابير الحفاظ على الطاقة (ECM) من الأولويات للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.



الشكل ١: انبعاثات غازات الاحتباس الحراري حسب القطاع [٢].

أمّا على الصعيد المحلي، فإنَّ إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة والكربون في تزايد في جميع القطاعات.

وعلى الرغم من أن القطاع السكني هو أحد أقل المساهمين في انبعاثات الكربون وغازات الاحتباس الحراري الأخرى مقارنة بقطاعي النقل والصناعة كما هو موضح في الشكل ٢.



الشكل ٢: انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الأردن حسب القطاع ١٩٩٠ – ٢٠١٦ [٤].

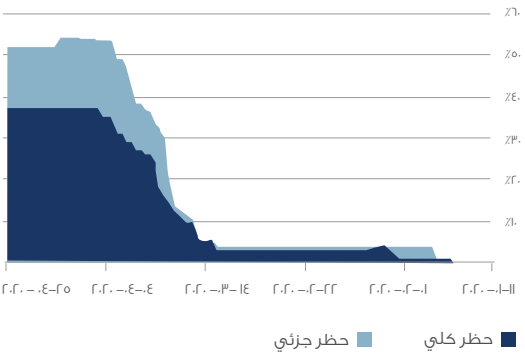
حيث تشكل المباني السكنية [٣]:

٤٦٪ من استهلاك الكهرباء

٢٢٪ من استهلاك الطاقة

لذا فإن كفاءة استهلاك الطاقة والكهرباء في المباني السكنية تعتبر عاملاً مهماً وأساسياً في الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

و من ناحية أخرى، ففي بداية عام ٢٠٢٠ وبسبب اجراءات الحظر الجزئي أو الكلي لأزمة كورونا في بعض الدول، فقد تأثرت جميع توقعات انبعاثات الكربون للدول التي تم إغلاقها بالكامل بانخفاض متوسط بنسبة ٢٥٪ في الطلب على الطاقة أسبوعيًا، بينما شهدت الدول التي كانت مغلقة جزئيًا انخفاضًا في الطلب على الطاقة بنسبة ١٨٪ (الشكل ٣).



الشكل ٣: حصة الطلب العالمي على الطاقة الأولية المتأثرة بالحظر الكلي والجزئي [٥].

وبالرغم من الانخفاض الكبير في استخدام الطاقة في قطاع النقل البري، ازداد الطلب على الطاقة اللازمة لتسخين المياه والتدفئة والتبريد وغيرها.

حيث ارتفع الطلب على الكهرباء في المباني السكنية بنسبة ٤٠٪ مقارنة بالربع الأول من عام ٢٠١٩ [٥].

وفقا لبعض التقارير فإن هناك توقعات بتحسن طبقة الأوزون

بعد الربع الأول من عام ٢٠٢٠ [٦].

بسبب انخفاض كبير في انبعاثات الغازات الدفيئة والذي نتج بشكل رئيسي عن الانخفاض العالمي في الطلب على الطاقة الأولية وانخفاض التلوث الجوي نتيجة الإغلاق الجزئي أو الكامل في حركة السفر الجوي في جميع أنحاء العالم. ومع ذلك، فمن المتوقع أن ترتفع الانبعاثات إلى مستوى ما قبل الجائحة أو أعلى في أعقاب الوباء. ومن الضروري تجنب ذلك بأي ثمن.

فعلى سبيل المثال، أدت عمليات الإغلاق في الصين إلى:

٢٥٪ انخفاض بنسبة انبعاثات الكربون [٧]

٥٠٪ انخفاض بنسبة انبعاثات أكاسيد النيتروجين [٨]

أدت آثار جائحة COVID-19 إلى زيادة الوعي بأهمية إعداد المنازل للعمل عن بعد وتهيئتها لفترات الإقامة الطويلة. في مثل هذه الظروف، يمكن أن تقدم المباني المتعادلة حلًا لضمان بيئة داخلية مريحة للسكان.

إنَّ الغـرض مـن هـذا الكتيـب هـو تقديـم دليـل لتطبيـق المبانـي والمنـازل المتعادلـة فـي الأردن. يجمـع الدليـل أفضـل الاسـتراتيجيات و أكثـر الحلـول اسـتدامة ذات التكلفـة المتوسـطة أو المتدنيـة لتطبيـق مفهـوم المبانـي المتعادلـة فـي القطـاع السـكني فـي الأردن. يسـتهدف الدليـل أصحـاب الخبـرة فـي البيئـة المبنيـة مثـل: المهندسـين والمقاوليـن والعامليـن فـي المنظمات الحكوميـة وغيـر الحكوميـة ، كمـا أنـه موجـه إلـى عامـة السـكان فـي الأردن.

مقدمة في

المباني المتعادلة

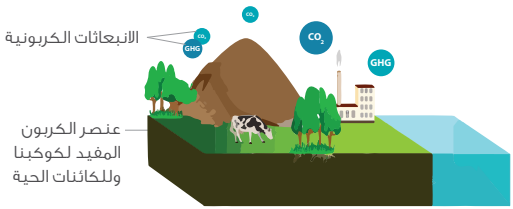
١. ما هو المبنى المتعادل؟

المبنى المتعادل هو المبنى الذي تم تصميمه وإنشاؤه وتشغيله وكذلك هدمه\تفكيكه وفقا لمعايير المباني الخضراء التي تضمن كفاءة عالية في استخدام الموارد وهو بالمقابل يعوض جميع انبعاثات الكربون المرتبطة به من مصادر الطاقة المتجددة.

وفقًا للمجلس العالمي للمباني الخضراء،

هو «مبنى يتميز بكفاءة عالية في استخدام الطاقة بحيث يتم تعويض جميع ما تبقى من الطاقة المستهلكة من الموارد المتجددة في الموقع و\أو خارج الموقع».

يجب أن تكون الطاقة المستهلكة في المباني المتعادلة وجميع انبعاثات الكربون السنوية مساوية أو أقل من الطاقة المتجددة المولدة سنويا. تالياً، سيتم تقديم أنواع المباني المتعادلة و تعريفاته. وللتوضيح، فإن مصطلح «الانبعاثات الكربونية» لا يعني عنصر الكربون المفيد لكوكبنا وللكائنات الحية ولكن يستخدم للاشارة إلى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والغازات الدفيئة الأخرى.



أنواع المباني المتعادلة

المبنى متعادل الطاقة	المبنى قريب التعادل الطاقي	المبنى المتعادل مائياً
المبنى المتعادل تشغيلياً	المبنى المتعادل كربونيّاً	

والمعروف أيضاً باسم صفري الطاقة؛ هو مبنى موفر للطاقة **ينتج كامل الطاقة التي يستهلكها على مدار العام**، عادة عن طريق دمج مصادر الطاقة المتجددة في الموقع. تم تقديم هذا التعريف من قبل معهد المباني الجديدة New Buildings Institute ويشير إلى استخدام الطاقة التشغيلية فقط في المباني ولا يشمل طاقة المبنى الكامنة [9].

المبنى قريب التعادل الطاقي

هو مفهوم آخر يرتبط بالمبنى متعادل الطاقة و يشير إلى أن الطاقة المولدة لا تغطي مائة بالمائة من استهلاك الطاقة على أساس سنوي، ولكنها تغطي نسبة عالية منها. يتم تعريف المبنى قريب التعادل الطاقي على أنه مبنى أظهر تقدمًا تقنيًا كبيرًا نحو أهداف الحد من استهلاك الطاقة في المبنى، على الرغم من أنه لم يتبع مسار المبنى متعادل الطاقة من خلال الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة في الموقع [9].

المبنى المتعادل مائياً

هو مبنى يحقق حالة توازن بين استهلاك مياه الشرب والمياه المعاد استخدامها والمعالجة والمستصلحة.

المبنى المتعادل تشغيلياً

هو مبنى يحقق التوازن في انبعاثات الكربون المرتبطة باستهلاك الطاقة والمياه في المرحلة التشغيلية للمبنى. بمعنى آخر أنه مبنى متعادل الطاقة ومتعادل مائياً أيضاً.

المبنى المتعادل كربونيّاً

هو مبنى ذو كفاءة عالية في توفير الطاقة والمياه والمواد ويعوض انبعاثات الكربون المرتبطة بتشغيل المبنى و/أو دورة الحياة الكاملة للمبنى باستراتيجيات تعويض الكربون بما في ذلك إنتاج الطاقة المتجددة الخالية من الكربون إما في الموقع أو خارج الموقع.

يشير التعريف إلى أن المبنى المتعادل كربونياً يشمل المرحلة التشغيلية للمبنى بالإضافة إلى دورة الحياة الكاملة للمبنى. فهو مبنى يحقق التوازن في انبعاثات الكربون المرتبطة بدورة الحياة الكاملة للمبنى؛ بما في ذلك مرحلة إنتاج المواد ، ومرحلة البناء، ومرحلة التشغيل ، وأخيرًا مرحلة التفكيك والهدم.

فوائد
المباني المتعادلة

المبنى المتعادل هو مساهم رئيسي في الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة والتخفيف من اثار تغير المناخ. نتيجة لذلك ، أصبحت المباني المتعادلة ثورة في البيئة المبنية في السنوات القليلة الماضية؛ ليس فقط للفوائد البيئية المرتبطة بهذه المباني ولكن أيضًا لفوائدها الاجتماعية والاقتصادية والسياسية.

تجمع المباني المتعادلة بين مزايا المباني الخضراء ومنها الفوائد التالية:

فوائد بيئية

فوائد إنسانية

فوائد اقتصادية

فوائد بيئية

مكافحة تغير المناخ: تنتج المباني المتعادلة انبعاثات أقل من غازات الاحتباس الحراري طوال دورة حياتها وتشمل اختيار المواد وتقنيات تنفيذ وتشغيل المبنى، مما يساهم في مكافحة تغير المناخ.

تظهر دراسة لخفض **الانبعاثات**
من المباني أنه
بحلول عام ٢٠٥٠
يمكن تحقيق تخفيض بنسبة

مقارنة بمعدلاتها في عام ١٩٩٠ من خلال استخدام استراتيجيات منخفضة التكلفة [١٠]

■ **تقليل نسبة الملوثات في الهواء الخارجي المحيط بالمبنى:** يؤدي تقليل انبعاثات الكربون وغيرها من الغازات الدفيئة خلال دورة حياة المبنى وأنشطة التشغيل إلى التقليل من معدل التلوث في الهواء الخارجي مما يحفز قاطني المبنى على استخدام التهوية الطبيعية.

تظهر التقارير البيئية أن التركيز في ملوثات الهواء الخارجي في

المناطق الحضرية **المناطق الريفية**

أعلى من تركيزها في

بسبب ارتفاع أنشطة التنمية واستهلاك الوقود في تلك المناطق [11].

فوائد إنسانية

■ **قيمة تعليمية:** يكتسب كل من يشارك بعملية التصميم والبناء والتشغيل والصيانة للمبنى المتعادل خبرة عن المفاهيم المرتبطة به وعن كفاءة الموارد. إنَّ زيادة الوعي حول المباني المتعادلة يزيد من وعي مستخدمي المبنى في الحد من استهلاكهم للطاقة والمياه.

■ **بيئة مريحة للسكن:** تحقق المباني المتعادلة مستويات راحة أعلى للقانطين مقارنة بالمباني التقليدية، بالإضافة إلى:

راحة حرارية — راحة بصرية — تحسين صحة الجهاز التنفسي — رفع مستويات الإنتاجية

علاوة على ذلك، يجب أن يتوافق المبنى المتعادل مع مبادئ التصميم البيئي ومعايير البناء الأخضر من أجل تحقيق كفاءة الطاقة المطلوبة. يضمن ذلك جودة هواء داخلية أفضل مثل:

الإنارة

التدفئة الشمسية

التهوية الطبيعية

وبما أن المباني المتعادلة محكمة الإغلاق، فإنها تقلل من دخول الملوثات الخارجية.

ينتج عن ذلك:

تحسين جودة الهواء الداخلي

تخفيض تركيزات ثاني أكسيد الكربون والملوثات

تحسين صحة الجهاز التنفسي

مما يؤدي إلى:

تحسين أداء قاطني المبنى [١٢]

بنسبة

زيادة الإنتاجية من الإضاءة الأفضل

بنسبة

زيادة الإنتاجية من التهوية الأفضل

بنسبة

الفوائد الاقتصادية

على المستوى المجتمعي

خلق فرص عمل جديدة: تساهم المباني المتعادلة في إفادة المجتمعات من خلال توظيف الخبرة المرتبطة بها والتي تؤدي إلى تحسين المستويات الاجتماعية والاقتصادية.

زيادة **عرض السوق لتقنيات صديقة للبيئة** ولمنتجات المباني الخضراء.

على مستوى المبنى

التوفير في قيمة فواتير الطاقة و المياه: يعد هذا أحد الفوائد المباشرة للمباني المتعادلة و يعتمد مقدار التوفير على المسار الذي يتبعه المبنى، على سبيل المثال:

تكون جميع فواتير الطاقة والكهرباء في المباني المتعادلة طاقيّاً قيمتها صفراً، أمّا في المباني المتعادلة فقيمة فواتير المياه أيضا ستكون صفراً.

■ **الديمومة:** تعتمد تقنيات تصميم المباني المتعادلة على اختيار مواد أكثر متانة تدوم لفترة أطول وتتطلب صيانة أقل خلال دورة حياة المبنى.

معدلات انتشار المباني المتعادلة

ازداد انتشار

المباني المتعادلة

في العالم منذ عام ٢٠٠٠ بشكل ملحوظ

بسبب الفوائد الكبيرة لها.

ومع انبثاق السياسات والبرامج المتعلقة في المباني المتعادلة، فمن المتوقع أن تشمل نطاقاً أوسع من أنواع المباني وأحجامها.

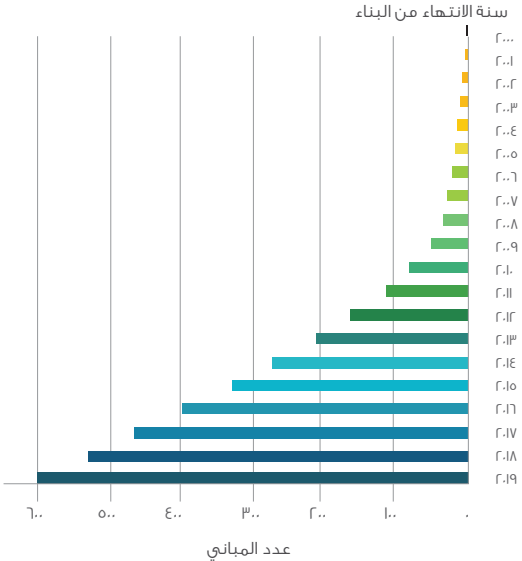
نظرًا لأن مستوى الأردن في تنفيذ المباني المتعادلة لا يزال في تطور، هناك نقص في المعلومات حول معدل الزيادة في عدد هذه المباني. يوضح الرسم البياني في الشكل (٤) الزيادة الكبيرة في عدد المباني المتعادلة الطاقة في الولايات المتحدة من عام ٢٠٠٠ إلى عام ٢٠١٩. [١٣]

كما من المتوقع أن

تزيد المنازل متعادلة الطاقة

بنسبة ٢٨٪ بين عامي ٢٠١٩ و ٢٠٢٨

باطراد في العالم كله. [١٤]



الشكل ٤: الزيادة في عدد المباني المتعادلة الطاقة بين عامي ٢٠٠٠–٢٠١٩ في الولايات المتحدة الأمريكية [١٣].

نستنتج من ذلك أن المبنى المتعادل هو مبنى ذو كفاءة عالية في استهلاك الطاقة والمياه ومواد البناء. لذا فإن المحاور الرئيسية في تحقيق المباني المتعادلة هي:

الطاقة | المياه | الانبعاثات الكربونية

٢. الطاقة

إن فهم أساسيات الطاقة وقوانين التدفق الحراري في المباني هو مدخل أساسي لتطبيق المباني المتعادلة. يساعد ذلك المصممين على التنبؤ بكمية استهلاك الطاقة التي يجب تعويضها من مصادر الطاقة المتجددة بعد اتباع استراتيجيات كفاءة الطاقة.

تعريف الطاقة ووحدات قياسها.

الطاقة تعرف بأنها

القوة اللازمة في مدة زمنية محددة، كما تعرف أيضا بالقدرة على القيام بالعمل.

وفقًا لتعريف الطاقة، فإنَّ وحدة قياس الطاقة هي واط في الساعة، وهناك وحدات أخرى لقياس الطاقة مثل الجول، الكالوري او وحدة القياس الحرارية البريطانية (Btu). أمّا وحدة القياس المعتمدة في الأردن هي كيلوواط . ساعة ، حيث أن:

كل كيلوواط .ساعة = ٣,٦ ميجا جول.

وحدات القياس:

أنواع الطاقة في المباني:

تستخدم المباني مزيجًا مختلفًا من أنواع الطاقة ، مثل:

وحتى تتمكن من تقييم أداء الطاقة في المباني، يتعين التعبير عن أنواع الطاقة المختلفة في وحدة واحدة مشتركة.

طاقة المصدر: هي الطاقة الأساسية اللازمة لاستخراج وتوصيل الطاقة إلى موقع ما متضمنة الطاقة التي قد تفقد أو تهدر في عملية التوليد والنقل والتوزيع [١٥].

تعتبر طاقة المصدر مرجعية التقييم الأكثر إنصافًا لأنها تشمل الطاقة المفقودة عند توليد الوقود وتوصيله وبالتالي اجراء تقييم كامل للطاقة [١٦].

طاقة الموقع: هي كمية الحرارة والكهرباء التي يستهلكها المبنى كما هو موضح في فواتير الخدمات ولا تتضمن الطاقة المفقودة.

يتم توصيل الطاقة إلى الموقع بشكلين:

الطاقة الأولية

هي الوقود الخام الذي يتم حرقه لتوليد الحرارة والكهرباء، مثل:

الطاقة الثانوية

هي الطاقة الناتجة من الوقود الخام ، مثل:

من ناحية أخرى ،يمكن تصنيف الطاقة في المباني إلى شكلين:

الطاقة المباشرة:

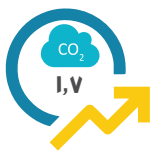
هي الطاقة المستهلكة مباشرة في المباني مثل الكهرباء المستخدمة في الإضاءة والتدفئة والتبريد والطبخ والأجهزة والمعدات الكهربائية. بالإضافة إلى الديزل المحروق في المراجل و الغاز المسال المستخدم للطهي والتدفئة.

الطاقة غير المباشرة (الطاقة الكامنة):

و هي مجموع الطاقة اللازمة لاستخراج وإنتاج وتصنيع ونقل المواد. فعلى سبيل المثال؛ الطاقة الكامنة في المياه المزوّدة للمبنى هي الطاقة اللازمة لضخ المياه من البئر إلى المبنى. أما الطاقة الكامنة في تزويد الكهرباء للمبنى فهي الطاقة اللازمة لاستخراج النفط /الغاز الطبيعي وتحويله إلى كهرباء ، ومن ثم تزويده للمباني. على نطاق واسع، يمكن التعرف على مفهوم الطاقة غير المباشرة بالتوافق مع مفهوم تقييم دورة حياة المبنى.

مصادر
الطاقة الأولية

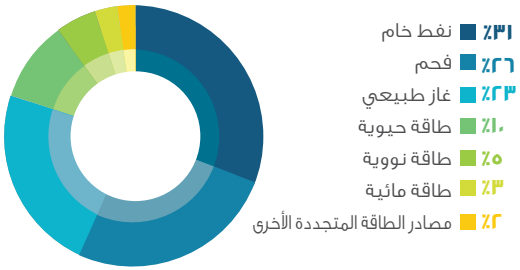
على الصعيد العالمي، زاد استهلاك الطاقة في عام ٢٠١٨ بما يقارب ضعف متوسط معدلات ازديادها منذ عام ٢٠١٠. يعود ذلك إلى قوة الاقتصاد العالمي وارتفاع احتياجات التدفئة والتبريد في بعض دول العالم. شكل الطلب على الكهرباء ما يعادل أكثر من نصف الزيادة في احتياجات الطاقة.



أدت زيادة استهلاك الطاقة
إلى ارتفاع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون
بنسبة ١,٧٪ في عام ٢٠١٨.

يوضح الشكل (٥) مصادر الطاقة الأولية على مستوى العالم في عام ٢٠١٨ [١٨]. يشكل النفط والفحم والغاز الحصة الأكبر من مصادر الطاقة بنسبة ٣١ ٪ و ٢٦ ٪ و ٢٣ ٪ على التوالي والتي تعرف بانبعاثات الكربون الرئيسية مقارنة بمصادر الطاقة الأولية الأخرى. كما أن حصص الطاقة الحيوية والنووية والمائية ومصادر الطاقة المتجددة الأخرى هي ١٠٪ و ٥٪ و ٣٪ و ٢٪ على التوالي.

يتضح أن حصص مصادر الطاقة البديلة والمتجددة لا زالت أقل بكثير مقارنة بحصص الطاقة من الوقود الأحفوري.

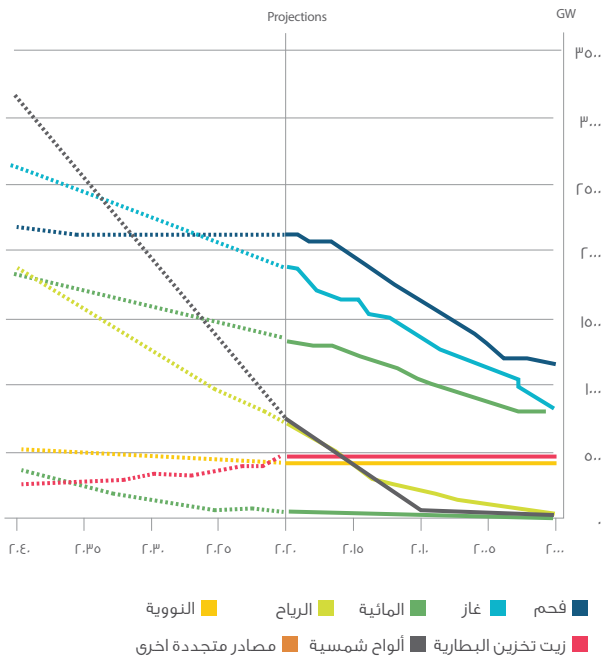


الشكل ٥: حصص مصادر الطاقة الأولية عالمياً [١٨]

تشير التوقعات للسنوات القادمة إلى أن
الطلب على النفط سينخفض بعد عام ٢٠٢٥
بشكل أساسي بسبب زيادة كفاءة الوقود
في السيارات والتحول من الوقود إلى الكهرباء.

من ناحية أخرى، ستتفوق مصادر الطاقة المتجددة على الفحم في توليد الكهرباء بدءًا من منتصف ال ٢٠٢٠، بحلول عام ٢٠٤٠، ستوفر مصادر الطاقة المتجددة و مصادر الكربون المنخفض الأخرى أكثر من نصف إجمالي توليد الكهرباء.

حيث ستشكل **طاقة الرياح والطاقة الشمسية غالبية توليد الكهرباء (٧٧٪ من إجمالي التوليد في عام ٢٠٤٠)، الطاقة المائية (١٥٪) والطاقة النووية ٨٪** (الشكل ٦) [١٩].



الشكل ٦: قدرة توليد الطاقة حسب المصدر ٢٠٠٠–٢٠٤٠ [١٩].

مصادر الطاقة الأولية في الأردن

من مصادر الطاقة الأولية
من دول عربية

مثل مصر وبعض دول الخليج وسوريا،غير أن الاستيراد من السوق السوري متوقف منذ عام ٢٠١٢ [٢٠]. كانت الحاجة إلى تقليل الاعتماد الأردني على الموارد المستوردة سببًا رئيسيًا لتشجيع صانعي القرار على الإعلان عن الاستراتيجية الوطنية للطاقة للفترة ٢٠٠٧–٢٠٢٠. وقد حددت الاستراتيجية هدفًا لتوليد ١٠٪ من طلبها على الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام ٢٠٢٠، وقد تم تحقيق الهدف فعلاً. [٢٠] تحدد الاستراتيجية الوطنية للطاقة ٢٠٢٠–٢٠٣٠ هدفًا لزيادة حصة الطاقة المتجددة إلى ١٤٪ بحلول عام ٢٠٣٠.

توزعت حصص مصادر الطاقة الاولية
في الأردن في عام ٢٠١٩
على النفط الخام والغاز الطبيعي
كمصادر رئيسية للطاقة.

الشكل ٧: حصص مصادر الطاقة الأولية في الأردن [٢١].

علاوة على ذلك، تخضع الطاقة النووية للدراسة منذ عام ٢٠٠٧ كمصدر للطاقة البديلة، حيث حددت الاستراتيجية الوطنية للطاقة
هدفاً بتوفير ٣٠٪
من الكهرباء في الأردن
باستخدام الطاقة النووية بحلول عام ٢٠٣٠ [٢١].

وكخطوة عملية، تم بناء أول مفاعل للأبحاث والتدريب في الأردن (JRTR) في عام ٢٠١٦ بسعة ٥ ميجاوات في تحالف مع المعهد الكوري لأبحاث الطاقة الذرية (KAERI). بالإضافة إلى ذلك ، أُعلن في عام ٢٠١٨ أنه من المقرر الانتهاء من إنشاء محطة الطاقة النووية الثانية في عام ٢٠٢٥ بالتعاون مع العديد من البلدان الأخرى [٢١].

يتم دعم تكاليف الطاقة من قبل الحكومة ومن الصندوق الأردني للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (JREEEF) – وهو كيان مستقل يعمل تحت مظلة وزارة الطاقة والثروة المعدنية، حيث يقوم بتوفير برامج كفاءة الطاقة والطاقة المتجددة بتكاليف مدعومة.

يلعب القطاع السكني دورًا رئيسيًا في تخفيف التحدي المتمثل في زيادة الطلب على مصادر الطاقة الاولية من خلال ممارسات كفاءة الطاقة كما تعتبر المباني المتعادلة طاقياً حلاً حاسماً لهذا التحدي.

الطاقة المتجددة و الطاقة البديلة

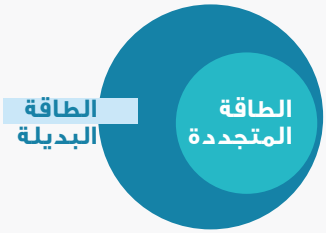
الطاقة المتجددة

هي الطاقة التي يتم توليدها من المصادر المتجددة الموجودة بشكل طبيعي إلى جانب حياة الإنسان مثل الشمس والرياح والأمواج والشلالات و طاقة الحرارة الجوفية.

الطاقة البديلة

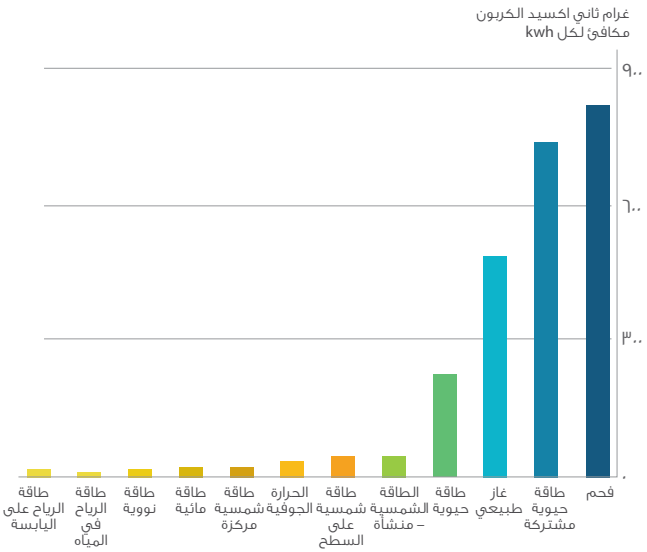
تعود إلى جميع مصادر الطاقة عدا الوقود الأحفوري، وتشمل الطاقة المتجددة والطاقة النووية والطاقة الحيوية وغاز الهيدروجين.

وفقًا لهذا التعريف، تُعتبر الطاقة المتجددة إحدى مصادر الطاقة البديلة إلا انَّ الطاقة المتجددة تعتبر أنظف وأكثر مصدر صديق للبيئة بين جميع مصادر الطاقة البديلة الأخرى.



لا تنتج عن مصادر الطاقة المتجددة أي انبعاثات كربونية في مرحلة توليدها للطاقة الكهربائية. ولذلك فهي أفضل مصادر الطاقة التي يمكن استخدامها لتعويض الطاقة المستهلكة في المباني المتعادلة. يوضِّح الشكل (٨) متوسط الانبعاثات الكربونية الناتجة من مصادر الطاقة المختلفة عند استخدامها لتوليد الكهرباء. ويظهر أن بعض مصادر الطاقة البديلة مثل الطاقة الحيوية تنتج انبعاثات كربونية أقل من تلك الناتجة من استخدام الوقود الاحفوري.

بالمقابل فإنَّ الانبعاثات الكربونية الناتجة من مصادر الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، طاقة الحرارة الجوفية، طاقة المياه) أقل بكثير من تلك الناتجة من الطاقة الحيوية. أمّا فيما يتعلق بالطاقة النووية، فرغم أن نواتج انبعاثاتها الكربونية منخفضة مثل الطاقة المتجددة إلا أنها مسؤولة عن العديد من القضايا البيئية والصحية الأخرى.



الشكل ٨: متوسط الانبعاثات الكربونية الناتجة من مصادر الطاقة المختلفة عند استخدامها لتوليد الكهرباء [١٧].

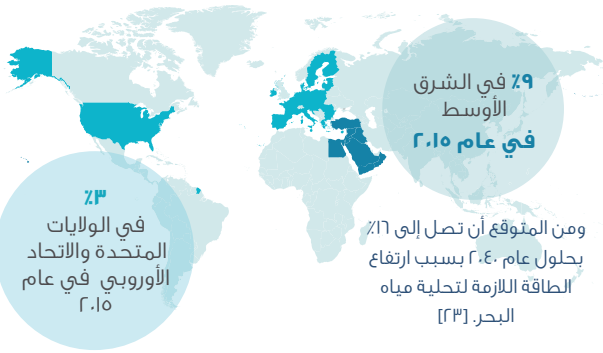
٣. المياه

يرتبط قطاع الطاقة والمياه ارتباطا وثيقا. ومن المتوقع أن يزداد في السنوات القادمة مع التأثيرات الكبيرة التي تواجه القطاعين. تواجه موارد المياه قيودًا وزيادة على الطلب نتيجة للنمو السكاني وتغير المناخ. [٢٣]

تصل نسبة
استهلاك الكهرباء
في قطاع المياه إلى
حوالي ٤٪

ومن المتوقع أن تبقى هذه النسبة من استهلاك الكهرباء في قطاع المياه نفسها بحلول عام ٢٠٤٠.

بلغت حصة الكهرباء في قطاع المياه:



ومن المتوقع أن تصل إلى ١٦٪ بحلول عام ٢٠٤٠ بسبب ارتفاع الطاقة اللازمة لتحلية مياه البحر. [٢٣]

وبعكس ذلك،

ستزيد حصة المياه في قطاع الطاقة بنسبة:

٦٠٪ تقريبًا

بين ٢٠١٤ و ٢٠٤٠

إذ تتطلب بعض تقنيات الطاقة كميات كبيرة من المياه، مثل إنتاج الوقود الحيوي وتركيز الطاقة الشمسية واحتجاز الكربون وتخزينه (CCS) وتوليد الطاقة النووية. يمكن لاتحول إلى تقنيات الكربون المنخفض وتحقيق استراتيجيات توازن المياه أن يساعد في إدارة الموارد المائية وتقليل الضغط على طلب المياه. [٢٣]

موارد المياه

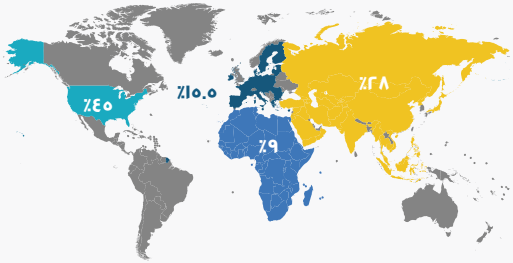
يقدر إجمالي الموارد المائية في العالم بحوالي

موزعة
في جميع أنحاء العالم
حسب المناطق المناخية
وتضاريس الأرض.

على المستوى القاري،

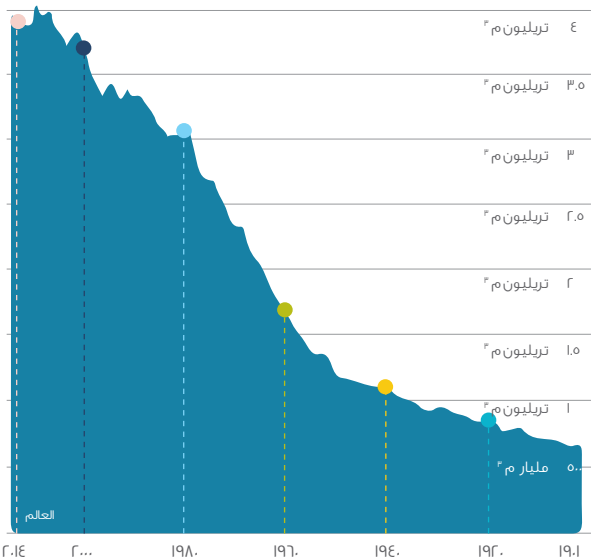
تمتلك الولايات المتحدة الأمريكية الحصة الأكبر

من إجمالي موارد المياه العذبة في العالم. [٢٤]



الولايات المتحدة الأمريكية ■ آسيا ■ أوروبا ■ أفريقيا

يوضح الرسم البياني في الشكل ٩ الزيادة في استخدام المياه العذبة على مدار العقد الماضي للزراعة والصناعة والاستخدامات المنزلية. إنَّ هذه الزيادة تزيد أهمية الوعي باتخاذ تدابير كفاءة المياه وتحقيق التوازن المائي في جميع القطاعات بما في ذلك المباني.



الشكل ٩: الاستخدام العالمي للمياه العذبة ١٩٠٠–٢٠١٤ [٢٥].

الموارد المائية في الأردن

يعاني الأردن من ندرة المياه حيث يبلغ معدل التزويد ١٠٠ متر مكعب للفرد مقارنة بالحصة العالمية البالغة ٥٠٠ متر مكعب للفرد [٢٥].

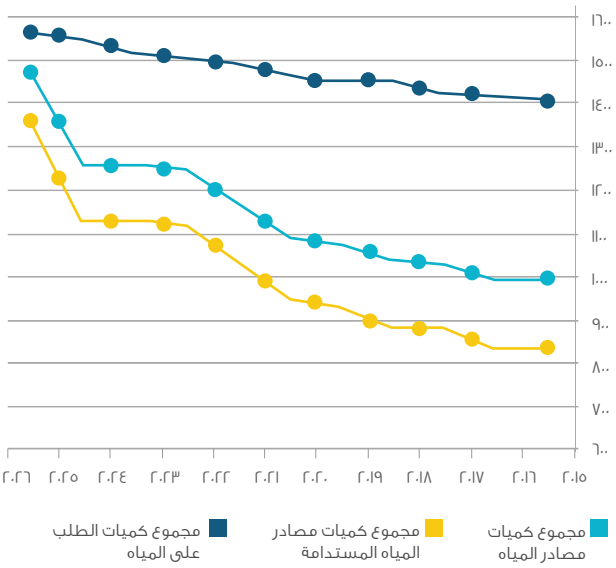
يوضح الشكل (١٠) أدناه كمية المصادر المائية وكمية الطلب على المياه في الأردن. تُعرف المصادر المستدامة للمياه بأنها المصادر دائمة الوفرة على الرغم من التأثيرات المحيطة والظروف المناخية مثل قلة الأمطار، منها مصادر المياه الجوفية ومصادر المياه السطحية.

يشمل إجمالي مصادر المياه ما يلي:

مصادر المياه الجوفية | مصادر المياه السطحية | المياه العادمة المعالجة | غيرها من الموارد مثل تحلية مياه البحر

أمَّا الطلب على المياه فيشمل الاستخدامات البلدية والصناعية والسياحية والري بالإضافة إلى المياه اللازمة للصخر الزيتي وإنتاج الطاقة النووية. يفوق معدل الطلب على المياه في الأردن كمية المصادر المائية المتوفرة (الشكل ١٠) .على سبيل المثال،

بلغت كمية الموارد المائية الإجمالية في عام ٢٠١٩ ما مقداره ١٠٦٤م³ منها ٨٦٨ م³ من موارد المياه العذبة (المياه الجوفية والمياه السطحية)، و ١٧٧ م³ من المياه المعالجة، و ١٩ م³ من مصادر أخرى مثل تحلية المياه. وفي نفس العام كانت كمية الطلب على المياه ١٤٤٨ م³، منها ٧٢٣ م³ للاستخدامات البلدية والصناعية والسياحية، و ٧٠٠ م³ لاحتياجات الري، و ٢٥ م³ للصخر الزيتي وإنتاج الطاقة النووية. إلا أنه من المتوقع أن تؤدي الجهود الحكومية إلى زيادة مصادر المياه في المستقبل القريب في محاولة لتلبية الاحتياجات المائية من خلال اتباع تدابير لكفاءة المياه وزيادة كميات المياه من الموارد الأخرى مثل معالجة المياه.



الشكل ١٠: تتبع كميات مصادر المياه وكميات الطلب على المياه (بملايين الأمتار المكعبة) في الأردن [٢٥].

ومن الجدير بالذكر، فان نسبة تزويد الاردن بالمياه العذبة (المياه البلدية) هي نسبة مرتفعة مقارنة ببقية دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا ، حيث:

تحسنت استمرارية المياه في عمان منذ تشغيل ناقل ديسي عمان في عام ٢٠١٣، وليس في المحافظات الشمالية التي زاد عدد سكانها بشكل كبير بسبب تدفق اللاجئين السوريين. على عكس العقبة التي لديها إمدادات مائية مستمرة من الخزان الجوفي للديسي [٢٥].

من المصادر الأخرى للمياه العذبة في الأردن:

تعتبر المياه الجوفية وتحلية مياه البحر وكميات قليلة من المياه السطحية

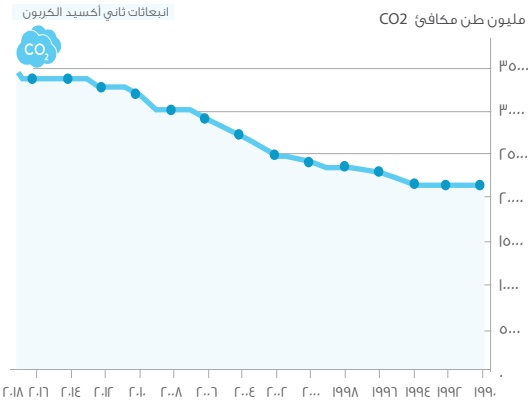
تشمل السياسة الوطنية للمياه استراتيجية معالجة مياه الصرف الصحي، حيث تغطي شبكة الصرف الصحي ٩٣٪ من السكان.

ويتم إعادة استخدام ٩١٪ من المياه المعالجة لأغراض الزراعة

مع الأخذ في الاعتبار أن كلاً من تكاليف المياه والصرف الصحي مدعومة،إذ لا تتجاوز قيمة فواتير المياه والصرف الصحي مجتمعة ٠,٩٢٪ من إجمالي النفقات السنوية للأسرة [٢٥]. يدفع خطر شح المياه العذبة في الأردن جميع الجهود إلى اتباع ممارسات كفاءة استخدام المياه. يعتبر القطاع السكني عاملاً رئيسيًا في التحدي، لذا فإنَّ تحقيق حالة التوازن المائي في المباني هو أحد الحلول المهمة.

٤. انبعاثات الكربون

كما ذكر آنفاً، إن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون تعرف بالانبعاثات الكربونية؛ تتزايد هذه الانبعاثات عالمياً كما هو موضح في إحصاءات إجمالي انبعاثات الكربون العالمية من ١٩٩٠ إلى ٢٠١٧ في الشكل ١١. بلغت نسبة الزيادة الإجمالية في فترة الـ ٢٧ سنة ٦٠٪ مما يحث الدول على اتخاذ إجراءات فورية للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة و إيجاد حلول فعالة يمكن أن تخفف من آثار ارتفاع معدلات الانبعاثات.

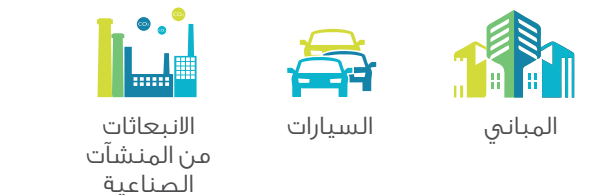


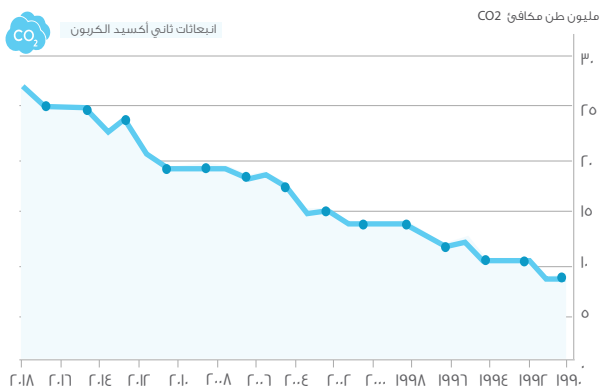
الشكل ١١: إجمالي انبعاثات الكربون في العالم في الفترة ١٩٩٠–٢٠١٧ [٢٦].

أما في الأردن

فقد زادت **انبعاثات الكربون** **أكثر من ١٨٨٪** من عام ١٩٩٠ إلى عام ٢٠١٧ **×2** أي أكثر من ضعف معدلها منذ بداية الفترة الزمنية؛ كما هو مبين في الشكل (١٢).

وذلك بسبب زيادة عدد





الشكل ١٢: إجمالي انبعاثات الكربون في الأردن في الفترة ١٩٩٠–٢٠١٧ [٢٧].

انبعاثات غازات الاحتباس الحراري

تنتج الغازات الدفيئة من المصادر الطبيعية ومن الأنشطة البشرية لتستقر في الغلاف الجوي. تحتجز هذه الغازات الحرارة في الغلاف الجوي بمستويات مختلفة ، ولكل غاز عمر مختلف في الغلاف الجوي. يمتاز كل غاز بتأثير مختلف على الاحتباس الحراري يُقاس تأثيرها بوحدة مشتركة وهي طن مكافئ من ثاني اكسيد الكربون .

tCO_2e يسهل هذا المقياس مقارنة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري نسبة إلى وحدة واحدة من ثاني أكسيد الكربون.

الغازات الدفيئة الأساسية هي ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروجين حيث يستخدم العلماء ثاني أكسيد الكربون كمعيار لقياس قدرة احتباس الحرارة في الغازات الدفيئة الأخرى [٢٨]. وقد أصبح استخدام مصطلح «الانبعاثات الكربونية» أكثر شيوعا بدلاً من مصطلح «انبعاثات غازات الاحتباس الحراري».

لتحويل تأثير غازات الاحتباس الحراري الأخرى إلى وحدة طن مكافئ من ثاني اكسيد الكربون (tCO_2e)، نضرب كتلة الانبعاثات في قدرته على الاحتباس الحراري (GWP).

يمثل GWP تأثير الاحتباس الحراري النسبي لكتلة واحدة من الغاز عند مقارنته بالكتلة نفسها من ثاني أكسيد الكربون خلال فترة زمنية محددة. يوضح الجدول (١) امكانات إحداث الاحتباس الحراري العالمي للعديد من غازات الدفيئة الشائعة على مدى فترة ١٠٠ عام [٢٨].

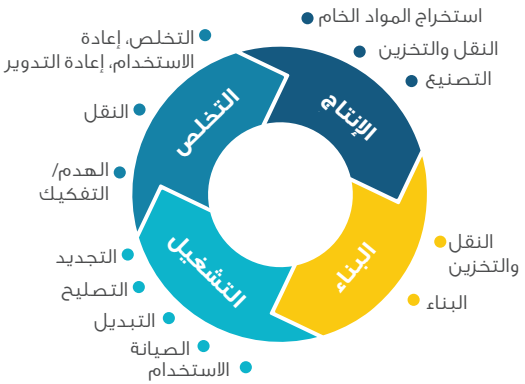
على سبيل المثال ، يحتوي أكسيد النيتروجين على GWP 265، مما يعني أن طنًا واحدًا من أكسيد النيتروجين المنبعث يسخن الأرض ٢٦٥ مرة أكثر من طن واحد من ثاني أكسيد الكربون على مدى ١٠٠ عام.

الغازات الدفيئة		
التركيبة الكيميائية	الاسم المتعارف عليه	تأثير الاحتباس الحراري
CO_2	ثاني اكسيد الكربون	١
CH_4	الميثان	٢٨
N_2O	اكسيد النيتروجين	٢٦٥
CH_2FCF_3	HFC-134a	١٣٠٠
SF6	هيكسا فلوريد الكبريت	٢٣٥٠٠

الجدول ١: إمكانات الاحتباس الحراري العالمي لغازات الدفيئة على مدى ١٠٠ عام [٢٨].

تقييم دورة الحياة (Life Cycle Assessment)

تعرف عملية تقييم دورة حياة المبنى بأنها مجموعة منهجية من الإجراءات تهدف إلى تجميع وفحص مدخلات ومخرجات المواد والطاقة والتأثيرات البيئية المرتبطة بها و التي تعزى مباشرة إلى المبنى طوال دورة حياته [٢٩].



تصبح المباني أكثر كفاءة في استخدام الموارد عندما يتم تصميمها وإنشاؤها وتشغيلها وفقًا لمعايير كفاءة الموارد مثل المعايير الواردة في كودات كفاءة الطاقة وأنظمة تصنيف المباني الخضراء. ونتيجة لذلك، تنخفض الانبعاثات الكربونية طوال دورة حياة المبنى بالكامل بما في ذلك الانبعاثات الكربونية المرتبطة بمرحلة التشغيل (من الغاز والكهرباء)، والطاقة المستهلكة في تصنيع المواد المستخدمة، ونقلها، وأنشطة البناء، وأخيراً مرحلة نهاية دورة الحياة.

يقسم العلماء الانبعاثات الكربونية المصاحبة للمراحل المختلفة من خلال دورة حياة المبنى إلى (الشكل ١٣):

١ الكربون من المهد إلى البوابة:
و يُقصد بها الانبعاثات الكربونية المصاحبة لمرحلة إنتاج المواد من استخراج المواد الخام إلى بوابة المصنع ويشمل نقل المواد ومعالجتها وتخزينها وتصنيعها.

٢ الكربون من المهد إلى الموقع:
و تشمل الانبعاثات الكربونية من المهد إلى البوابة بالإضافة إلى الانبعاثات المصاحبة للنقل إلى موقع البناء.

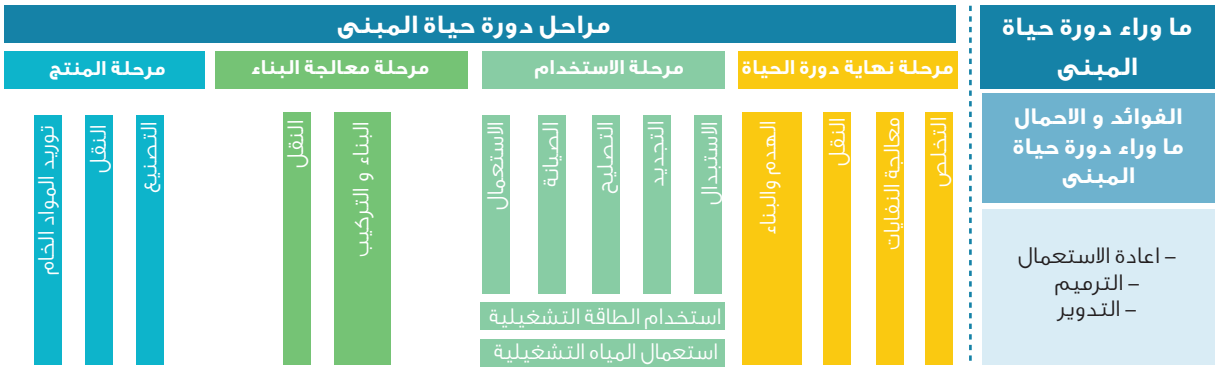
٣ الكربون من المهد إلى نهاية الإنشاء:
و تشمل الانبعاثات الكربونية من المهد إلى الموقع بالإضافة إلى تلك المصاحبة في مرحلة التجميع في الموقع والانشاء.

٤ كربون مرحلة الاستخدام:
وهي الانبعاثات الكربونية المرتبطة باستخدام و تجديد و استبدال و إصلاح وصيانة المواد أثناء مرحلة التشغيل.

٥ الكربون التشغيلي:
هي انبعاثات الكربون المرتبطة باستخدام الطاقة والمياه التشغيلية.

٦ الكربون الكامن:
هي انبعاثات الكربون المرتبطة بانبعاثات دورة الحياة الكاملة للمبنى باستثناء الكربون التشغيلي.

٧ كربون دورة حياة المبنى (الكربون من المهد إلى اللحد):
يشمل الكربون الكامن و الكربون التشغيلي للمبنى.



الشكل ١٣: مراحل دورة حياة المبنى [٣٠].

أمّا الانبعاثات الكربونية لمرحلة (ما وراء دورة حياة المبنى)، فهي تلك المنبعثة بعد انتهاء حياة المبنى بسبب أعمال الترميم، أعمال إعادة استخدام أو إعادة تدوير المواد أو الانبعاثات التي تم تجنبها بسبب استخدام النفايات كمصدر لعملية أخرى. إنّ الاهتمام بهذه المرحلة أمرٌ أساسيٌ لزيادة استخدام الموارد بكفاءة عند نهاية عمرها الافتراضي.

وفي ظل التحديثات للمعايير الأوروبية فإنه من الإلزامي لمصنعي المنتجات توثيق الانبعاثات الكربونية لمراحل دورة حياة المنتج حيث سيسهم هذا في تقييم دورة حياة المبنى كاملاً. [٣١]

وفي نفس السياق ، يرتبط مصطلح كربون المهد إلى المهد (Cradle–to–Cradle) بالمواد المعاد تدويرها واستخدامها بعد نهاية دورة حياة المبنى. يتم تعريف Cradle–to–Cradle على أنها عملية صنع مكون أو منتج، وتحويله إلى مكون جديد بعد انتهاء عمره بنفس الجودة (مثل إعادة تدوير علب الألمنيوم) أو بجودة أقل (مثل تحويل علبة بلاستيكية للكمبيوتر إلى حاوية بلاستيكية، والتي يتم تحويلها بعد ذلك إلى لوح عزل للمبنى، وتصبح في النهاية نفايات). ومن الجدير بالذكر أن الانبعاثات الكربونية المرتبطة بهذه المواد أقل من بدائلها. [٣٢]

إدارة النفايات الصلبة للبناء والهدم

إنَّ النفايات التي يتم التركيز عليها في المباني المتعادلة هي نفايات البناء والهدم (وهي النفايات الناتجة عن أنشطة البناء والهدم للمبنى و المكونة بشكل أساسي من مواد البناء).

على الرغم من أن بعض الأنظمة التقييمية للمباني المتعادلة تأخذ في الاعتبار النفايات التشغيلية (تسمى أيضًا النفايات البلدية الناتجة عن أنشطة قاطني المبنى أثناء مرحلة تشغيله) ، إلا أن ISO 15978 يأخذ في الاعتبار النفايات الناتجة عن أعمال البناء و الهدم فقط.

تقدر كمية
مخلفات البناء والهدم
في الأردن بنحو
٢,٦ مليون متر مكعب في السنة [٣٣].

وتهدف إدارة نفايات البناء والهدم إلى تقليل النفايات المنقولة إلى مدافن النفايات عن طريق زيادة طرق تقليل الاستخدام أو إعادة الاستخدام أو إعادة التدوير.

غالبًا ما تحتوي مواد الهدم و البناء على مواد ثقيلة كبيرة الحجم مثل:

إن اختيار مواد البناء خلال مرحلة التصميم يلعب دورًا مهمًا في تقليل كمية مخلفات البناء والهدم. على سبيل المثال ، يؤدي اختيار المواد التي يمكن إعادة تدويرها وإعادة استخدامها إلى تقليل كمية النفايات التي يتم إرسالها إلى المكب مما سيخفض من الانبعاثات الكربونية.

٥. تحديد الهدف

يمكن أن تتحقق المباني المتعادلة في المباني القائمة أو المباني الجديدة من خلال ثلاثة مسارات:

المباني متعادلة الطاقة:

ويُعنى هذا النوع بمعادلة الطاقة المستهلكة في مرحلة تشغيل المبنى لذا يتم التركيز في تصميم وتشغيل المبنى على طرق تقليل استهلاك الطاقة ويستبعد في هذا النوع استهلاك الماء أو ما تم اختياره من مواد الإنشاء. وتتم معادلة الطاقة التشغيلية للمبنى مع الأخذ بعين الاعتبار طاقة المصدر وذلك بتعويضها بطرق توليد الطاقة المتجددة.

المباني متعادلة المياه:

تتحقق حالة تعادل المياه في المبنى عند تعويض المياه البديلة المستهلكة.

و في حال حقق المبنى حالة التعادل في الطاقة (NetZero Energy) والتعادل في المياه (NetZero Water) يصبح المبنى متعادل الكربون التشغيلي (NetZero Operational Carbon).

المباني المتعادلة كربونياً:

تُعنى المباني المتعادلة كربونياً بالانبعاثات الكربونية في جميع مراحل دورة حياة المبنى وتشمل الكربون الكامن والكربون التشغيلي. وقد يبدو أن تحقيق حالة التوازن بالتعويض عن الانبعاثات الكربونية الناجمة عن المبنى طوال دورة حياته أمراً معقداً، إلا أن هناك بعض الأدوات التي تساعد في تسهيل الحسابات.

تنفيذ

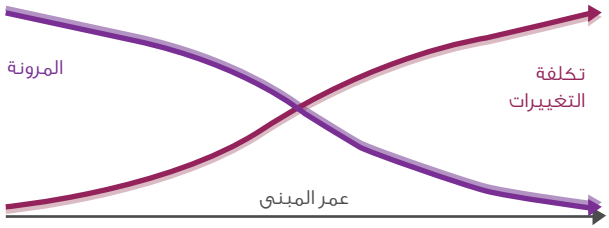
المباني المتعادلة

١. البداية

يمكن اتخاذ قرار إنشاء مبنى متعادل أو تحويل مبنى قائم إلى مبنى متعادل خلال اي مرحلة من مراحل عمر المشروع، إلا أنه كلما كان اتخاذ هذا القرار مبكرا، كان التطبيق اقل تكلفة واكثر مرونة كما هو موضح في الشكل (١٤).

اذا تم التخطيط للمشروع ليكون متعادلاً بتضمين جميع الاستراتيجيات لتحقيق تعادل المبنى في مراحل التصميم الأولى، فإنَّ احتمالية تقليل الاثر السلبي تزداد وتقل تكلفة تطبيق هذه الاستراتيجيات.

على سبيل المثال، فإن اختيار مواد لغلاف المبنى تحقق تعادل المبنى منذ مراحل التصميم الأولى أفضل من استبدال المواد بعد تشغيل المبنى وأقل تكلفة. إضافة إلى وجود محددات في البناء قد تعيق تنفيذ بعض التدابير أثناء إعادة تأهيل المبنى.



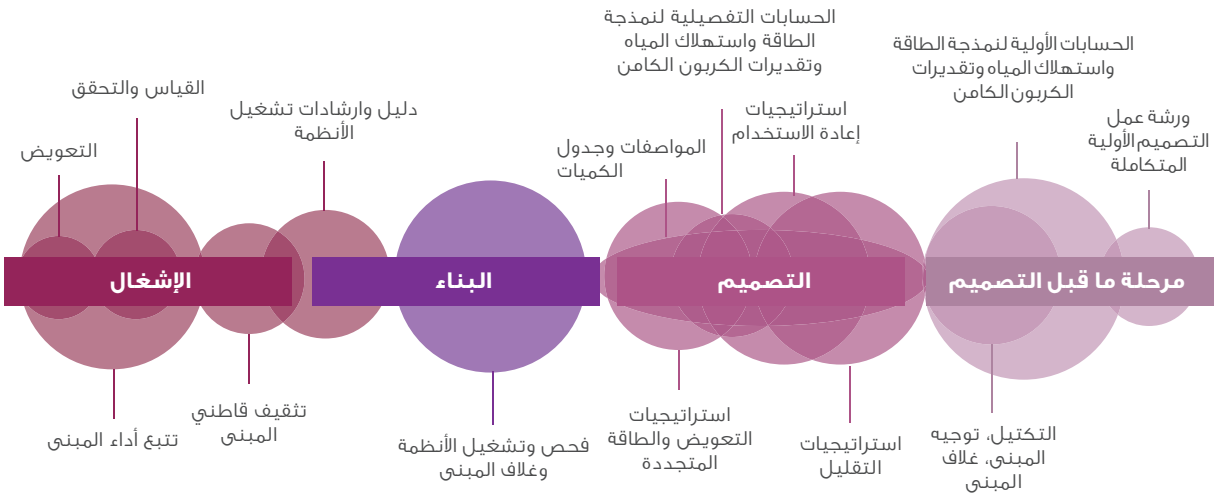
الشكل ١٤: العلاقة بين تكلفة ومرونة إجراء التغييرات خلال عمر المبنى [٣٤].

إن استراتيجيات تصميم المبنى المتعادل تعتمد على الحفاظ على الموارد وتقليلها وإعادة استخدامها وفي نهاية المطاف يتم تصميم استراتيجيات تعويض استهلاك المبنى- مثل أنظمة الطاقة المتجددة. إن الموارد الثلاث الرئيسة التي يرتكز عليها نهج تحقيق المباني المتعادلة هي:

ويمر تصميم المبنى المتعادل باستراتيجية من ثلاث خطوات والتي تشير إلى التسلسل الهرمي في نهج تصميم المبنى المتعادل، الشكل (١٥). [٣٥]

الشكل ١٥: هرم استراتيجية الخطوات الثلاث.

أساس الهرم هو تقليل الطلب على الموارد، إذ يتم تحقيق استراتيجيات التقليل وإعادة الاستخدام من خلال تنفيذ تدابير كفاءة الطاقة والمياه والمواد. أمّا استراتيجية التعويض، فتتم باستخدام الموارد المتجددة التي تعوض تأثير الطاقة المتبقية والمياه والمواد. ستعرض الأقسام الثلاثة التالية تدابير التقليل، وإعادة الاستخدام والتعويض لكل من الموارد الثلاثة. يوضح الشكل (١٦) سير عمل المباني المتعادلة و الذي ينطبق على المباني الجديدة أو المباني القائمة. [٣٦]



الشكل ١٦: سير عمل المبنى المتعادل [٣٦].

تحقيق التعادل
للمباني الجديدة والقائمة

يمكن تحقيق أهداف المباني المتعادلة إما في حالة تصميم وتنفيذ المباني الجديدة ، أو في حالة إعادة تأهيل المباني القائمة.

للمباني الجديدة ؛ يتحدد الهدف بتحقيق تعادل المبنى بدءًا من مرحلة التخطيط، أو في أي مرحلة قبل الإشغال؛ آخذين بعين الاعتبار ما ذُكر سابقاً عن الأثر الإيجابي الذي يحققه اتخاذ هذا القرار باكراً من ناحية زيادة مرونة إجراء التعديلات على التصميم وقلة التكلفة. ونظرًا لأن المبنى لم يتم تشغيله بعد، يتم استخدام برامج المحاكاة الحاسوبية (أو أدوات نمذجة الطاقة الحاسوبية) للتنبؤ بكمية استهلاك الطاقة.

تمثل هذه البرامج معطيات المبنى من خلال إنشاؤه بواسطة الكمبيوتر. يقوم البرنامج بمقارنة أداء الطاقة، بعد تطبيق مقاييس كفاءة الطاقة المقترحة على المبنى.

ويتم مقارنتها بمقاييس خط الأساس (Baseline) الواردة في كودة كفاءة الطاقة المرجعية مثل كودة كفاءة الطاقة في البناء في الأردن، أو ASHRAE وهو مرجع دولي. [٣٧] ومن أمثلة برامج نمذجة الطاقة: eQuest، RETScreen و EnergyPlus Portal.

أمّا المياه، فيقدر استهلاكها باللتر للفرد لكل يوم كما هو مشار إليه في كودات البناء الوطنية. كما تُستخدم برامج تقييم دورة الحياة للتنبؤ بانبعاثات الكربون المرتبطة بمواد البناء وسيتم عرض المزيد من التفاصيل حول أدوات تقييم دورة الحياة في قسم (المباني المتعادلة كربونياً).

بالنسبة للمباني قيد التشغيل،
يتم إجراء تدقيق للطاقة و / أو المياه
قبل التخطيط لتحقيق
المبنى المتعادل من أجل:

١

التأكد من أن الأداء الفعلي يطابق التصميم ويحقق توازن الطاقة و / أو المياه.

٢

المساعدة في فهم كيفية استخدام الطاقة و / أو المياه في المبنى.

٣

تحديد الخسائر وتوفير طرق فعالة من حيث التكلفة لاستخدام الطاقة و / أو المياه داخل المبنى.

و يُعتبر خط الأساس لاستهلاك الطاقة والمياه هو القيمة التي يتم الحصول عليها من التدقيق؛ مُقاسة خلال السنة الأخيرة من اجراء التدقيق للطاقة او المياه.

و قد أظهر استطلاع في المملكة المتحدة لأكثر من ١٠٠ من خبراء في البيئة المبنية بما في ذلك المهندسين المعماريين ومطوري العقارات ومديري المباني في القطاعين العام والخاص ، أن:

٥١٪

يعتبرون «كفاءة الطاقة وإزالة الكربون» من أهم النتائج

لإعادة تأهيل المباني. [٣٨] .

يعد إعادة تأهيل المباني الحالية أسهل طريقة لتحقيق أهداف المباني المتعادلة حسب اتفاقية باريس ، وذلك لأن كمية مواد البناء اللازمة أقل بكثير من تلك المطلوبة في البناء الجديد. [٣٩]

عند التخطيط لإعادة تأهيل المبنى، تعد فترة الاسترداد للأنظمة والمواد المعتمدة أمرًا بالغ الأهمية. يمكن للعديد من التدابير قليلة التكلفة أن تساهم في رفع الأداء في المبنى.

فمثلا؛

استبدال

مصابيح إنارة

تعمل لمدة ٥ ساعات في اليوم من مصابيح متوهجة إلى LED في المنزل

سيوفر ٥٪ من تكلفة الإضاءة والتي تساوي ٧,٢ دينار في الشهر.

بافتراض أن تكلفة المصابيح ٣٠ دينارًا ، فإن فترة الاسترداد للمصابيح هي ٤,٢ شهرًا فقط. [٤٠].

ولتمييز التدابير التي يمكن اتخاذها في المباني الجديدة و المباني القائمة ستتم الإشارة إلى التدابير المقدمة بالرمز التدابير التي تنطبق على المباني القائمة لما ينطبق على المباني الجديدة. وذلك للأقسام الثلاثة التالية في هذا الفصل: المباني متعادلة الطاقة، المباني متعادلة المياه، المباني متعادلة الكربون.

قابلية تطبيق المباني المتعادلة في السكن الميسر التكلفة

السكن الميسر هو مصطلح يستخدم لإسكان الأسر ذات الدخل المتوسط أو دون المتوسط. يمكن أن يكون المنزل بأسعار معقولة إما شقة في مبنى سكني أو منزل مستقل (دار أو فيلا صغيرة). يمكن أن يكون السكن الميسر التكلفة موفر للطاقة من خلال تحقيق التصميم والبناء والمبادئ التشغيلية الخضراء التي تضمن الاستخدام الأفضل للموارد وأساليب توفير الطاقة ، مع أعباء مالية قليلة أو معدومة. بمجرد أن يصبح المنزل أخضرا، يمكنه تحقيق أهداف المبنى المتعادل من خلال استراتيجيات التعويض. [٤٠]

يقدم هذا الكتيب تدابير واستراتيجيات بناء المبنى المتعادل التي تنطبق على السكن الميسر ونظرًا لأن التكنولوجيا تتطور باستمرار ، فإن بعض الإجراءات التي تم تقديمها باهظة الثمن اليوم ولكنها ستصبح ميسورة التكلفة في المستقبل.كما يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أن جميع التدابير التي تم عرضها تساهم في تقليل تأثير تغير المناخ كما تساهم في تقليل الطلب المتزايد على الموارد (الطاقة والمياه والمواد).

علاوة على ذلك، يستخدم الكتيب مصطلح المبنى المتعادل بشكل عام للإشارة إلى جميع أنواع المباني السكنية؛ إما مبنى مستقل (عائلة واحدة) أو متعدد الأسرة.

٢. المباني متعادلة الطاقة

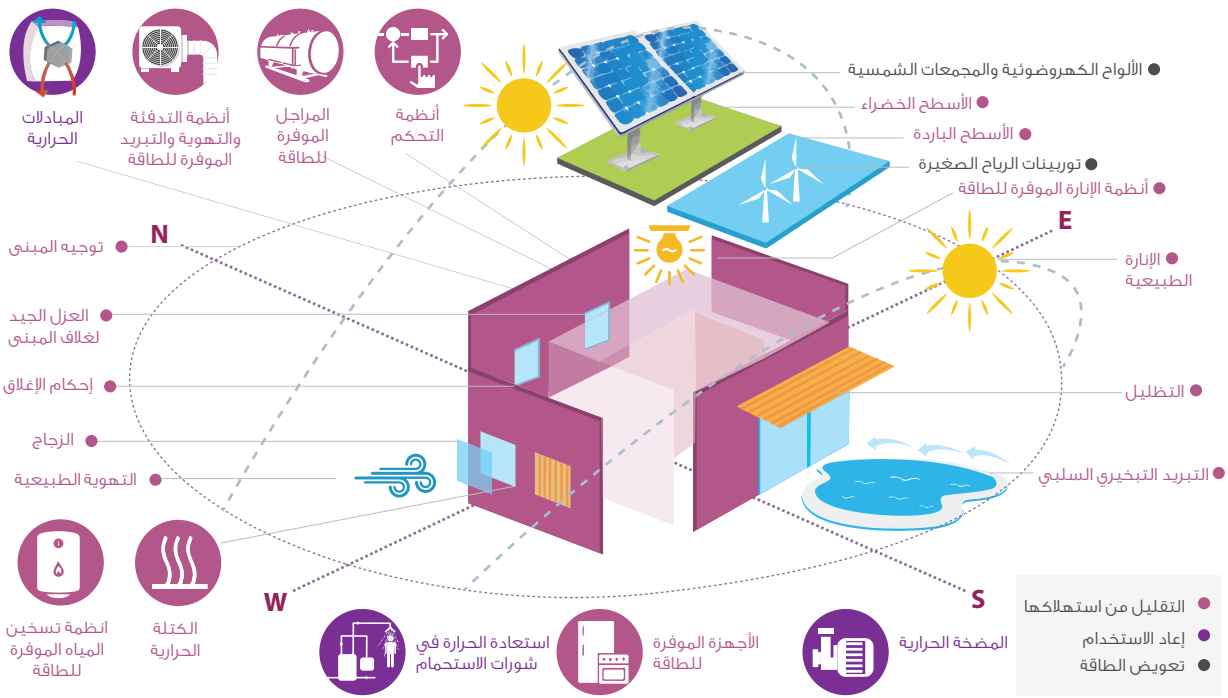
يتم تحقيق المبنى متعادل الطاقة NetZero Energy Building عندما تكون الطاقة المستهلكة لمبنى على مدى ١٢ شهرًا من التشغيل مساوية أو أقل من الطاقة المولدة في الموقع أو خارج الموقع خلال نفس الفترة.

توفر كودات كفاءة الطاقة الحد الأدنى من المتطلبات والتدابير لرفع كفاءة المبنى حيث يمكن تحقيق مستوى أعلى من كفاءة الطاقة في المبنى برفع مستوى تدابير الكفاءة عن تلك المطلوبة في كودة كفاءة الطاقة.

وللتحديد فإن قوانين البناء الوطنية الأردنية تضم مجموعة من المعايير التي توفر مرجعًا شاملاً لتصميم المباني الموفرة للطاقة بالإضافة إلى أفضل متطلبات تركيب الأنظمة الكهربائية والميكانيكية.

يحدد «قانون العزل الحراري» مبادئ التصميم الحراري للمباني في الأردن ، مثل أنواع المواد المستخدمة في العزل الحراري، ومتطلبات التصميم وحسابات التصميم. كما تعتبر «كودة كفاءة الطاقة» مرجعا آخر ذو أهمية عالية لتصميم المباني المتعادلة حيث أنها توفر الحد الأدنى من المتطلبات في التصميم المعماري والأنظمة الكهربائية والميكانيكية لخفض استهلاك الطاقة وتحسين الأداء الحراري.

تبدأ استراتيجية الخطوات الثلاث في المباني متعادلة الطاقة بتقليل استهلاك الطاقة، ثم إعادة استخدام الطاقة المتبقية ،وأخيراً تعويض الطاقة عن طريق مصادر الطاقة المتجددة. يوضح الشكل (١٧) تدابير تقليل الطاقة وإعادة استخدامها وتعويضها.

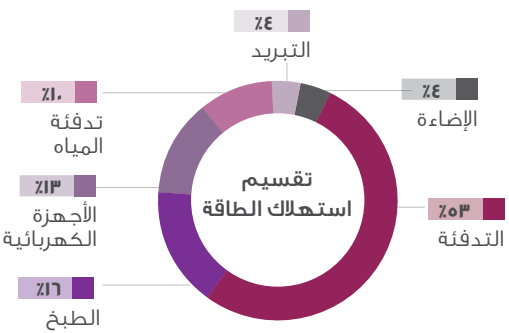


الشكل ١٧: تدابير التقليل من استهلاك الطاقة وإعادة استخدامها وتعويضها لتحقيق مبنى متعادل الطاقة [٤١]، [٤٢].

أولاً – تقليل الطاقة

الهدف من المباني متعادلة الطاقة (NetZero Energy) هو تقليل استهلاك الطاقة أولاً ثم توليد طاقة تساوي أو تزيد عن استهلاك الطاقة المتبقية بعد تنفيذ تدابير تقليل الطاقة، بحيث تقل قدرة التوليد التي تتطلبها مصادر الطاقة المتجددة للوصول إلى حالة التعادل.

يوضح الشكل (١٨) التقسيم العام لاستخدامات الطاقة لمجموعة من الشقق السكنية النموذجية في عمّان (عينة من ٤٠٠ شقة سكنية)، حيث يظهر أن أحمال التدفئة تشكل العبء الأكبر في استهلاك الطاقة.



الشكل ١٨: تقسيم استهلاك الطاقة لشقق سكنية في عمّان [٤٣].

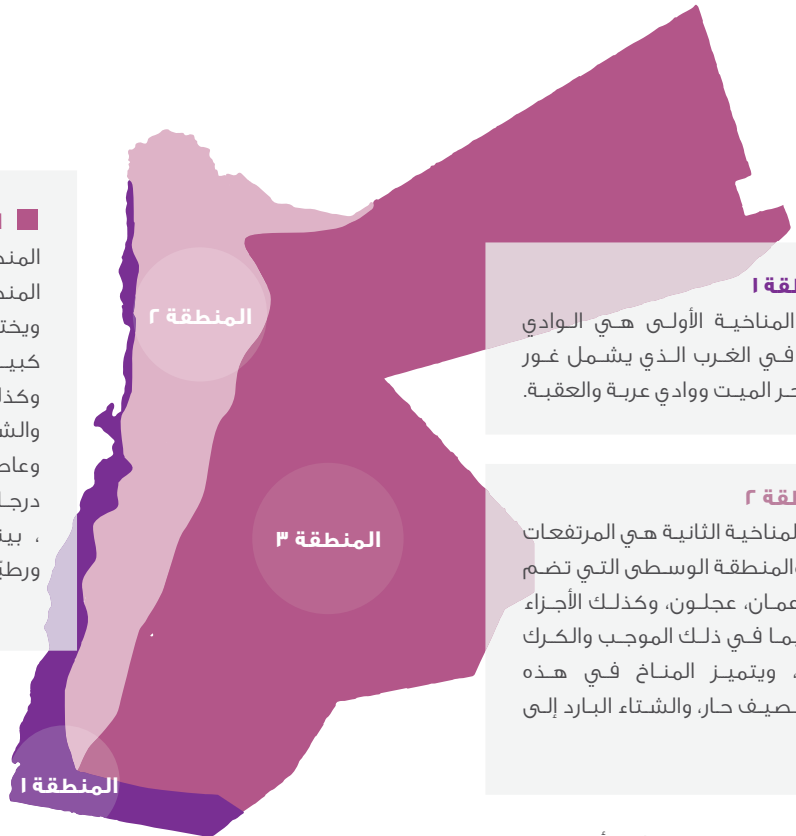
يتم تعريف الطاقة اللازمة للتدفئة والتبريد على أنها: «الحرارة التي يتم توصيلها أو استخراجها من مكان مكيف للحفاظ على درجة الحرارة المطلوبة في المكان». [٤٤]

يجب تصميم المبنى متعادل الطاقة Net-Zero Energy بحيث يستهلك الحد الأدنى من طاقة التدفئة والتبريد. وإلا سيتطلب الكثير من الطاقة المولدة لتعويض هذه الأحمال.

تحليل المناخ

تتمثل الخطوة الأولى في تصميم المباني المتعادلة والموفرة للطاقة في تحليل وفهم الخصائص المناخية للمنطقة من أجل تنفيذ استراتيجيات التصميم التي تناسب المناخ وتوفر بيئة مريحة لقاطني المبنى.

يوجد في الأردن ثلاث مناطق مناخية كما هو موضح بالشكل (١٩). يتأثر المناخ بموقع الأردن بين الصحراء العربية ذات المناخ الجاف و بين المنطقة ذات الرطوبة شبه الاستوائية في الشرق.



المنطقة ١

المنطقة المناخية الأولى هي الوادي المتصدع في الغرب الذي يشمل غور الأردن والبحر الميت ووادي عربة والعقبة.

المنطقة ٢

المنطقة المناخية الثانية هي المرتفعات الشرقية والمنطقة الوسطى التي تضم العاصمة عمان، عجلون، وكذلك الأجزاء الجنوبية بما في ذلك الموجب والكرك والشوبك، ويتميز المناخ في هذه المنطقة بصيف حار، والشتاء البارد إلى حد ما.

المنطقة ٣

المنطقة المناخية الثالثة هي المنطقة الصحراوية القاحلة، ويختلف المناخ هنا بشكل كبير بين النهار والليل، وكذلك بين مواسم الصيف والشتاء، الصيف حار وجاف وعاصف حيث قد تتجاوز درجات الحرارة ٤٠ درجة مئوية ، بينما يكون الشتاء باردًا ورطبًا وعاصفًا.

الشكل ١٩: المناطق المناخية في الأردن [٤٦].

إنَّ الاختلافات في الظروف المناخية بين المناطق المناخية الثلاث داخل الأردن تدعو إلى اتباع تدابير مختلفة في كفاءة الطاقة (٤٥)

تدابير التصميم السلبي (Passive Design)

يعمل التصميم السلبي (المعروف أيضًا باسم التصميم المناخي الحيوي الذكي أو التصميم المناخي) على توظيف الخصائص المحلية والمناخ بذكاء وينظر إلى الجوانب البيئية المحيطة بالمبنى لتحقيق تصميم مستدام. إن تدابير التصميم السلبي هي الطريقة الأكثر فعالية من حيث التكلفة لتحقيق المباني المتعادلة لأنها تساهم في تقليل استهلاك الطاقة من خلال توفير الحلول التي يمكن تبنيها في تصميم المبنى.

فيما يلي أفضل تدابير التصميم السلبي في الأردن لتقليل استهلاك الطاقة للمبنى:

غلاف المبنى

يتكون غلاف المبنى من مواد تفصل البيئة الداخلية عن الهواء الطلق. و هي الجدران الخارجية والأساسات والسقف والنوافذ والأبواب.

استخدام أسقف وجدران ذات قيمة نفاذية حرارية منخفضة (U-value) ومقاومة حرارية عالية (R-value)، يقلل من كمية نقل الحرارة بين داخل المبنى وخارجه.

يتطلب قانون كفاءة الطاقة الأردني
حدًا أدنى لقيمة (U–value):

٠,٥٧ واط / م٢ للجدار الخارجي.

٠,٥٥ واط / م٢ ك للسقف الخارجي.

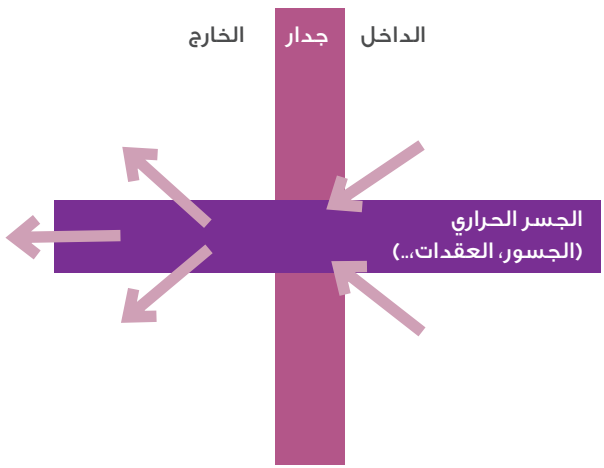
حيث يوصى بتحقيق قيم (U–value) أقل من تلك المحددة في كودة كفاءة الطاقة لتقليل استهلاك الطاقة ولزيادة الراحة الحرارية. يمكن الوصول لقيم عزل حراري أفضل إما عن طريق اختيار مواد ذات موصلية قليلة أو عن طريق زيادة سماكة الجدار والسقف. [٤٧]

من أهم العوامل في تصميم غلاف المبنى:

إحكام الاغلاق Airtightness:
يجب إغلاق غلاف المبنى بشكل صحيح وتجنب التشققات خاصة حول الفتحات وعند التقاطعات بين الألواح والجدران .كما يجب أن يعالج تصميم المبنى الفواصل في غلاف المبنى ، ومن المهم أن يتم التنفيذ الصحيح لهذه التفاصيل.

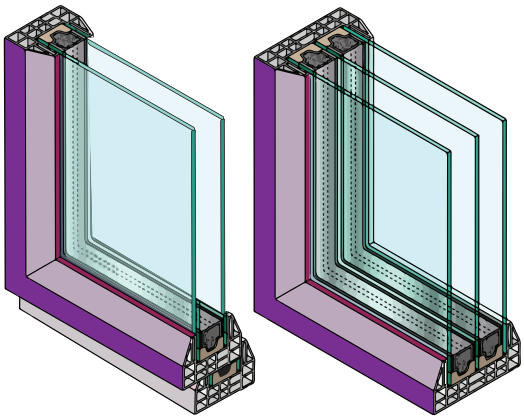
يمكن العثور على طرق التثبيت المناسبة في الدليل الخاص بكل مادة وفي كودات البناء ذات الصلة، مثل كود كفاءة الطاقة الأردني.

و على سبيل المثال، فإن المبنى المتراص (Compact building) يمتاز بقلة وجود الفواصل الانشائية مما يقلل من فرص الجسور الحرارية وتسرب الهواء. يحدث الجسر الحراري عندما يسمح غلاف المبنى بتدفق الحرارة أو توجيهها من المساحات الدافئة إلى الباردة، مما يؤدي إلى انخفاض درجة حرارة الجانب الداخلي للجسر الحراري ، وبالتالي يقلل من العزل الحراري للبناء بأكمله.



الزجاج Glazing:

تعتبر النوافذ أضعف العناصر في غلاف المبنى من حيث الانتقال الحراري. يتم التعبير عن مقدار الانتقال الحراري للنوافذ بقيمة (U–value). إذا قلت هذه القيمة أصبح العزل أفضل باستخدام زجاج مزدوج أو ثلاثي.

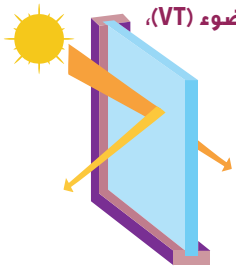


هناك بعض الخصائص الهامة التي يجب مراعاتها عند اختيار الزجاج مثل:

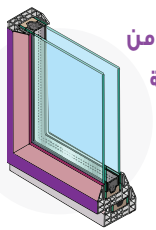
معامل كسب الحرارة الشمسية (SHGC):

وهو مقدار الإشعاع الشمسي الذي يدخل من خلال الزجاج. يتم التعبير عن SHGC بمقياس من ٠ إلى ١ بحيث كلما كانت قيمة SHGC أقل، قل انتقال الحرارة الشمسية وزادت قدرة الزجاج على التظليل.

بالإضافة إلى خاصية النفاذية المرئية للضوء (VT)،



و (هي مقدار الجزء المرئي من طيف الضوء الذي يمر عبر الزجاج ، معبرًا عنه بمقياس من ٠ إلى ١، وتعني قيمة VT الأعلى أن مقدار أكبر من ضوء النهار ينتقل عبر الزجاج).



يعتبر الزجاج المزدوج هو الخيار الأكثر فعالية من حيث التكلفة والأكثر كفاءة في استخدام الطاقة في الأردن.

يتطلب الكود الوطني لكفاءة الطاقة [٤٧]:

١ حدّا أدنى لقيمة (U-value) للزجاج المزدوج، ذو نافذة إطار من الألومنيوم تبلغ ٣,٤ واط / متر مربع.

٢ وحد أقصى لـ SHGC يبلغ ٠,٢٥.

٣ مع نسبة مساحة زجاجية إلى مساحة الجدار الخارجي تبلغ ٣٦,٤٪.

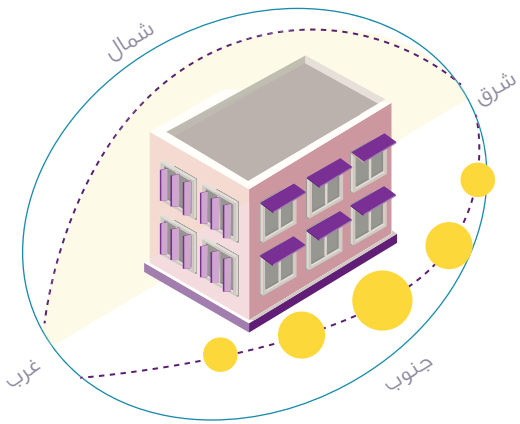
٤ وحد أدنى من VT يبلغ ٠,٤٥.

إطارات النوافذ والأبواب:

يمكن أن يؤدي استخدام إطارات النوافذ والأبواب من مواد ذات قيمة (U–value) منخفضة إلى الحد من فقدان الحرارة. على سبيل المثال ، تتميز إطارات UPVC بعزل حراري أعلى من إطارات الألمنيوم.

توجيه المبنى

يؤثر توجيه المبنى على مقدار كسب الحرارة الشمسية التي تدخل المبنى.



فمثلاً في نصف الكرة الشمالي ، يوصى بتصميم المبنى بحيث تكون الواجهة الطويلة للمبنى مقابلة لـ محور شمال جنوب. في هذه الحالة ، سوف تتعرض الواجهة الجنوبية لأشعة الشمس لمعظم اليوم ، في حين أن الواجهة الشمالية ستكون مضاءة في النهار دون التعرض لأشعة الشمس المباشرة. أمّا في المناخات شديدة الحرارة مثل المنطقة الصحراوية في

الأردن، يوصى بتقليل مساحة الواجهات الجنوبية بسبب شدة الإشعاع الشمسي طوال اليوم. يتم استخدام كاسرات الشمس عادة للتخفيف من أشعة الشمس المباشرة، وهذا موضح في الجزء التالي. تتعرض الواجهتان الشرقية والغربية لأشعة الشمس المباشرة فقط في ساعات الصباح الباكر بالنسبة للواجهةالشرقية، وفي وقت الغروب بالنسبة للواجهة الغربية، لذا فإنَّ تقليل مساحة الفتحات في الواجهتين الشرقية و الغربية سيقلل من اشعة الشمس المباشرة المكتسبة في هاتين الواجهتين.

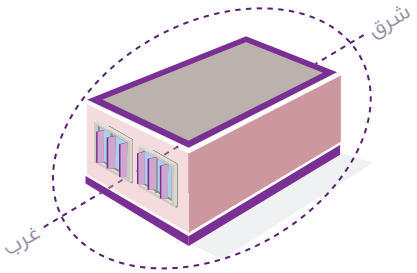
التظليل

يُستخدم التظليل للتخفيف من تعرض المبنى لأشعة الشمس وخفض درجة الحرارة في المبنى.

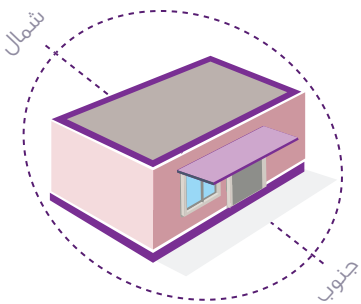
يمكن تطبيق أنواع مختلفة من التظليل مثل:

يعتمد نوع التظليل على المناخ واتجاه الواجهة وتصميم المبنى.

تتطلب الواجهات
الشرقية والغربية
كاسرات شمس عمودية،



بينما تتطلب **الواجهة الجنوبية**
كاسرات شمس أفقية،



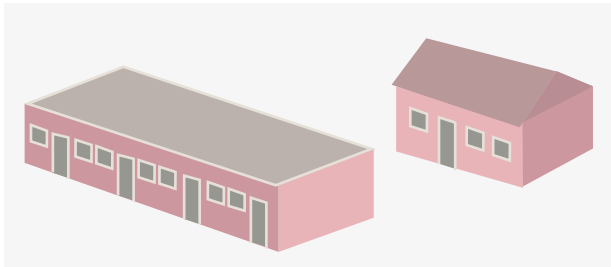
أمّا الواجهة الشمالية
فهي لا تحتاج
إلى تظليل.

و يفضل استخدام أجهزة تظليل متحركة عمودية او افقية، بحيث يمكن إزالتها خلال المواسم الباردة للسماح بدخول الاشعة الشمسية إلى المبنى.

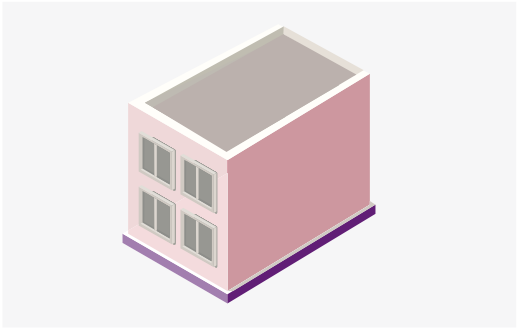
الإنارة الطبيعية

كلما زادت كمية الإنارة الطبيعية التي تدخل المبنى قلت استخدام الإنارة الصناعية مما يقلل من استهلاك الكهرباء، ويزيد راحة قاطني المبنى.

هناك بعض تقنيات التصميم السلبي التي تزيد من كمية الإنارة الطبيعية داخل الفراغات في المبنى مثل اختيار زجاج ذو قيم عالية للنفاذية المرئية والفتحات في السقف، ونوافذ Clerestory، ورفوف الاضاءة النهارية والساحات المكشوفة (Atriums) مع مراعاة أهمية تظليل العناصر المذكورة أعلاه بشكل صحيح في المناخات الحارة ، وعزلها بشكل جيد في المناخات الباردة. ومن الاستراتيجيات الأخرى لزيادة الإنارة الطبيعية هي تصميم المباني الضحلة (الشكل ٢٠) بدلاً من المباني العميقة (الشكل ٢١)، والتي يمكن أن تحسن من انتظام توزيع الإنارة الطبيعية في المكان.



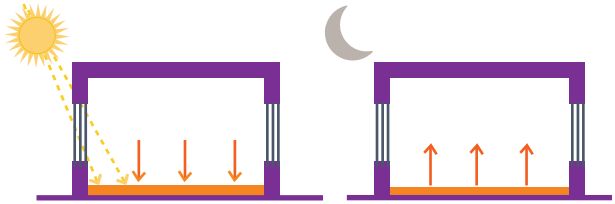
الشكل ٢٠: المباني الضحلة.



الشكل ٢١: المباني العميقة.

الكتلة الحرارية Thermal Mass

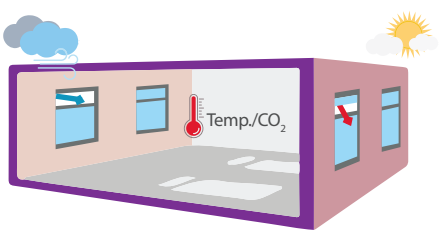
الكتلة الحرارية هي خاصية لكتلة المبنى تمكنه من تخزين الحرارة. إن البنية الانشائية الثقيلة في المبنى تجعله أبطأ في الانتقال الحراري و العكس بالنسبة للبنية الانشائية الخفيفة. على سبيل المثال؛ عندما تتقلب درجات الحرارة الخارجية على مدار اليوم ، فإن درجات الحرارة تبدو ثابتة في المبنى ذو الكتلة الحرارية الثقيلة، وذلك لأن الكتلة الحرارية الكبيرة للمبنى سوف تمتص الطاقة الحرارية عندما تكون درجة الحرارة المحيطة أعلى (خلال النهار) ، ثم تُعيد الطاقة الحرارية عندما تكون المناطق المحيطة أكثر برودة (أي أثناء الليل).



في الصيف؛ يتم تبريد الكتلة الداخلية للمبنى بالتهوية الطبيعية ليلاً عندما تكون درجات الحرارة الليلية بين ١٧-٢٢ درجة مئوية ويتوجب تقليل العوائق داخل المبنى لتحسين تدفق الهواء كما يؤدي إغلاق النوافذ أثناء النهار إلى الحفاظ على البرودة التي اكتسبها المبنى ليلاً. في الشتاء؛ يجب أن يتعرض الزجاج الجنوبي للشمس أثناء النهار، مما سيرفع درجة حرارة كتلة المبنى والذي يشع الحرارة في الليل. ولتجنب فقدان الحرارة ليلاً، يجب إغلاق النوافذ والستائر.

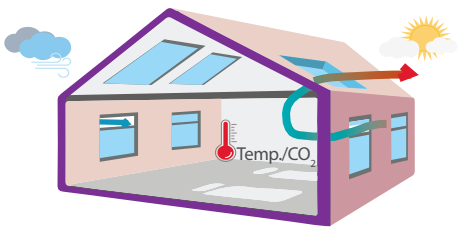
التهوية الطبيعية

يعتبر الهواء الخارجي أكثر برودة خلال الليل منه خلال النهار. لذا فإن فتح النوافذ أثناء الليل يسمح بالتهوية الطبيعية بطريقتين: التهوية المتقاطعة (Cross Ventilation) والتهوية بتأثير المدخنة (Stack Ventilation). يتم تحقيق التهوية المتقاطعة عندما تكون هناك نوافذ قابلة للفتح على جانبي الغرفة مما يسمح بحركة الهواء من جانب إلى آخر بسبب الاختلاف في ضغط الهواء.



تهوية متقاطعة
Cross Ventilation

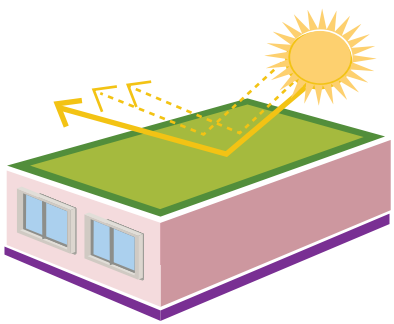
أمّا تهوية المداخن فتحدث عندما تكون هناك نوافذ قابلة للفتح في الغرف وفتحة سقفية تسمح بخروج الهواء. عندما يدخل الهواء إلى الغرفة من النافذة يصبح أكثر دفئًا ويخرج من الفتحة السقفية.



التهوية بتأثير المدخنة Stack Ventilation

الأسطح الخضراء

تقلل الأسطح الخضراء من الطاقة اللازمة للتبريد لأنها تقلل من كمية الإشعاع الشمسي على السطح ، وبالتالي تقلل من الحرارة المنقولة أو الممتصة من قبل المبنى. إلى جانب ذلك ، تقلل الأسطح الخضراء من تأثير الجزر الحرارية ، والتي تعبر عن ازدياد درجات الحرارة في بعض المناطق الحضرية مقارنة بالمناطق المجاورة الأخرى.



الأسطح الباردة

تعكس الأسطح الباردة أشعة الشمس بشكل أكبر من غيرها وبالتالي فهي تمتص حرارة أقل من غيرها. ويعتمد ذلك على مادة تكسية سطح المبنى **إذ يمكن أن تكون مادة تكسية السطح:**

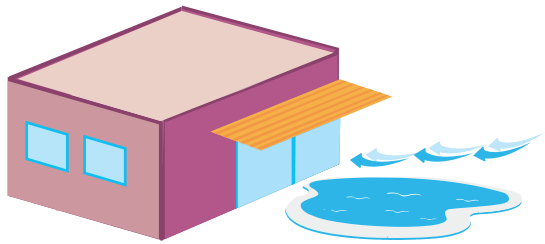
بلاط عالي العاكسية.

طلاء عالي العاكسية وغالباً يكون فاتح اللون.

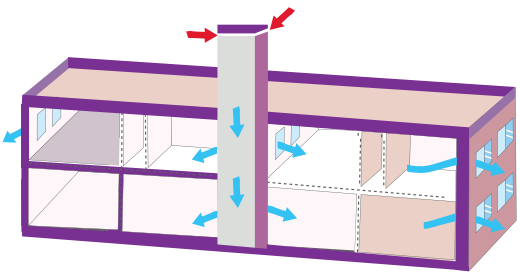
الأسطح الباردة مفيدة لأنها تعكس ضوء الشمس وتخفض درجة حرارة السقف كما تقلل من امتصاص الحرارة ونقلها إلى المبنى، و بالتالي تقلل من الطاقة اللازمة للتبريد.

التبريد التبخيري السلبي

يتم تبريد الهواء النقي الداخل إلى المبنى عند مروره فوق سطح مياه، ويستخدم هذا الهواء لتبريد المبنى بشكل سلبي باستخدام التهوية الطبيعية كما هو موضح في الشكل (٢٢). هناك خيار آخر وهو استخدام برج التبريد التبخيري حيث تتبخر المياه في الجزء العلوي من البرج ، مما يقلل درجة حرارة الهواء و يدفعه للهبوط داخل المبنى، انظر الشكل (٢٣). يقلل التبريد التبخيري من حاجة المبنى إلى التبريد الميكانيكي كما يمكن ان يشكل بديلاً جزئياً عن التبريد الميكانيكي. و لذا فإن هذه الطريقة مناسبة للمناخات الحارة والجافة (الصحاري).



الشكل ٢٢: سطح مياه في اتجاه الهواء الحار



الشكل ٢٣: تهوية طبيعية (تبريد) بواسطة لواقط الرياح.

علاوة على ذلك ، توفر الأشجار الظل بينما يساعد النتح على زيادة تأثير التبريد في المناطق المحيطة.

أنظمة الطاقة النشطة

التخفيض النشط هو مصطلح يشير إلى تقليل استهلاك الطاقة للأنظمة الكهربائية والميكانيكية. يجب أن يركز اختيار المعدات و الأنظمة أثناء تصميم الأنظمة الكهروميكانيكية على زيادة مقدارتوفير الطاقة.

توفر الإرشادات التالية توصيات عامة لبعض أنظمة التدفئة والتبريد:

المراجل

يفضل اختيار المراجل Boilers عالية الكفاءة، إذ يتم قياس كفاءة المراجل من خلال الكفاءة السنوية لاستخدام الوقود (AFUE).

تكون المراجل التي تعمل بالغاز أكثر كفاءة من مراجل الديزل، إذ أن الكفاءة السنوية لمراجل الغاز AFUE **يمكن أن تصل إلى ٩٧٪** بينما تتراوح AFUE في مراجل الديزل بين ٨٠–٩٠٪.

ومن المهم مراعاة فعالية شبكة التوزيع؛ كلما انخفضت خسائر الشبكة، زادت كفاءة الطاقة.

بالإضافة إلى ذلك، عند نقل الماء الساخن لاستخدامات الماء الساخن المنزلي (DHW) وتدفئة المكان من المرجل إلى المبرد أو صنبور الماء الساخن ، تحدث خسائر في الحرارة. يمكن تقليل هذه الخسائر من خلال تقليل مسافات الأنابيب. كما يتم عزل الأنابيب لمنع فقدان الحرارة.

نظام تدفئة وتبريد الهواء

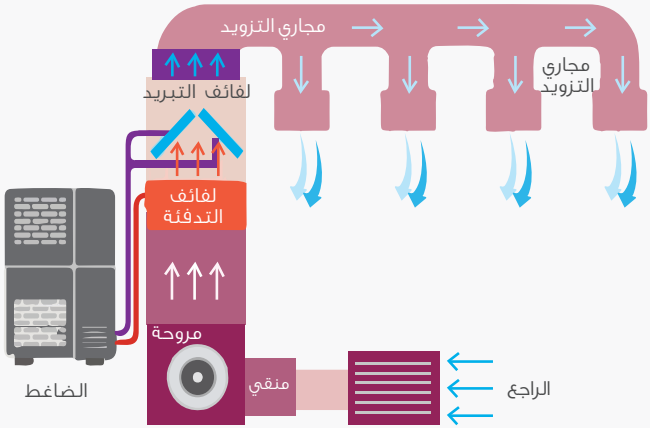
تعتبر أنظمة الوحدات المنقسمة، وأنظمة تدفق المبردات المتغيرة (VRF) وأنظمة الوحدات المعبأة من الأنظمة الأكثر استخدامًا من قبل الأسر الأردنية للتدفئة والتبريد. يجب اختيار معدات وأجهزة ذات معامل أداء مرتفع (COP).

يتم تعريف معامل الأداء على أنه نسبة التدفئة أو التبريد الفعلي المقدم للكهرباء المطلوبة من قبل النظام.

إذا كان نظام التهوية و التكييف مزوداً بمجاري الهواء، فيجب التأكد من أن مجاري الهواء معزولة جيدًا ومغلقة.

نظام HVAC

اختصار لنظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء. يتم استخدام نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) لتوفير التدفئة والتبريد وكذلك التهوية في وحدة أو جهاز واحد بدلاً من ثلاث وحدات منفصلة. يمكن أن تعمل على الهواء أو على الماء. أمثلة أنظمة HVAC الهوائية هي الوحدات المنفصلة (Split units)، VRF والوحدات المجتمعة (Packaged units). أما المثال الأكثر شيوعًا لأنظمة HVAC بجانب الماء فهي المبردات (Chilers).



تسخين الماء

هناك أنواع عديدة من سخانات المياه:

سخانات المياه الكهربائية.

تسخين المياه بالمراجل المزدوجة (إما غاز أو ديزل).

النظام الحراري الشمسي.

النظام الحراري الشمسي: هو تقنية الطاقة المتجددة. ومع ذلك، فإن معظم تقنيات الطاقة الشمسية الجديدة تكون هجينة إذ يتم تشغيل سخان المياه الكهربائي تلقائيًا في حالة غياب الشمس. يجب اختيار الأنواع ذات الكفاءة الأعلى للمبنى المتعادل.

التهوية الميكانيكية

يمكن أن يضمن التصميم السلبي مستويات عالية من التهوية الطبيعية. ولذلك ففي حالة التهوية الهجينة؛ يجب تصميم آلية التهوية الميكانيكية بحيث يتم تفعيلها فقط عندما لا تحقق التهوية الطبيعية سعة التهوية المطلوبة.

يمكن القيام بذلك أوتوماتيكياً باستخدام أجهزة استشعار تقيس سعة التهوية الطبيعية أو مستويات ثاني أكسيد الكربون داخل المكان ويتم قياس كفاءة معدات التهوية الميكانيكية بقياس معامل قيمة الأداء (COP) حيث تكون التهوية الميكانيكية عادةً جزءًا من نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC).

أنظمة التحكم

تساهم عناصر التحكم القابلة للبرمجة مثل منظمات الحرارة وأنظمة التحكم المركزية في توفير تحقيق كفاءة للطاقة في أنظمة التدفئة والتبريد.

يمكن **برمجة منظم الحرارة** لتوفير درجة حرارة ثابتة للتبريد مما يزيد من توفير الطاقة.

بالإضافة إلى ذلك، فإن **تحديد أوقات** لتشغيل وإيقاف النظام يقلل من استهلاك الطاقة.

كما يمكن لأتمتة المباني أيضًا التحكم في جميع أنظمة ومعدات المباني ؛ وبالتالي ، يمكن تحقيق المزيد من توفير الطاقة.

نظام الإضاءة الكهربائية

مصابيح LED هي أكثر أنواع الإضاءة كفاءة.

تتميز بأن لديها
عمر أطول ٢٥ مرة
من المصابيح التقليدية،
وبجودة إضاءة أفضل بكثير
مقارنة بالأنواع الأخرى.

عادة ما تتراوح فعالية مصابيح LED بين ٨٠–١١٠ لومن/واط؛ إلا أن التكنولوجيا لا تزال تتغير ويمكن العثور على قيم فعالية أعلى للمصابيح. [٤٩]

الأجهزة الموفرة للطاقة

يتم التعبير عن درجة كفاءة الطاقة للأجهزة المنزلية بالأحرف A–G وتسمى ملصقات الطاقة (Energy Labels).

يتم إعطاء
علامة +++ A
للأجهزة الأكثر كفاءة،
ويتم إعطاء
علامة G
للأجهزة الأقل كفاءة في استهلاك الطاقة.

من أجل زيادة توفير الطاقة لتحقيق هدف التوفير المطلوب للمبنى المتعادل، يجب اختيار الأجهزة المنزلية التي تحمل علامة «A».

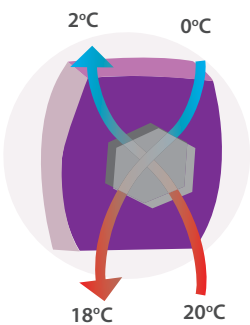
ثانياً – إعادة استخدام الطاقة

توجد استراتيجيات وتقنيات لإعادة استخدام الطاقة في تطبيقات الطاقة المختلفة. بشكل عام ،يشير المفهوم إلى استخدام الطاقة المتبقية من عملية التدفئة أو التبريد لتقليل الطاقة المطلوبة لتسخين أو تبريد الهواء أو الماء من جديد.

وتالياً استراتيجيات إعادة استخدام الطاقة الأكثر شيوعًا:

المبادلات الحرارية في أنظمة التهوية

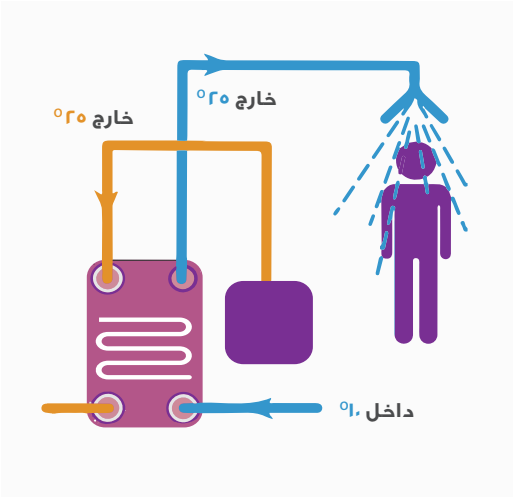
المبادل الحراري هو نظام يستخدم لنقل الحرارة بين وسطين يحوي كل منهما سائلا. وتستخدم المبادلات الحرارية في كل من عمليات التبريد والتدفئة حيث تستعيد المبادلات الحرارية الطاقة الحرارية في الهواء العائد قبل ضخه خارج المبنى بواسطة العادم الميكانيكي. إن استخدام المبادلات الحرارية يقلل من الطاقة المطلوبة لتسخين أو تبريد الهواء الداخل إلى المبنى.



هناك عدة أنواع للمعادلات الحرارية، من أكثرها شيوعًا **المبادل الحراري ذو التدفق العكسي** الذي يتميز **بكفاءة ٩٠–٩٥ ٪.**

استعادة الحرارة في شورات الاستحمام

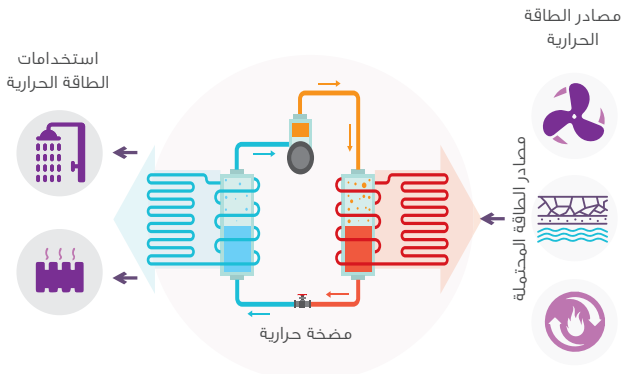
يمكن استخدام مياه الصرف الدافئة الناتجة عن مياه الاستحمام للتسخين المسبق لإمدادات المياه العذبة الباردة عن طريق استخراج هذه الحرارة بواسطة نظام استرداد الحرارة.



المضخة الحرارية

تستخرج المضخة الحرارية الطاقة الحرارية من مصدر حرارة منخفض إلى خزانات مرتفعة، تستخدم هذه الحرارة عادةً لتسخين المكان والمياه المنزلية كما هو موضح في الشكل (٢٤).

يكون معامل الأداء (COP) للمضخة الحرارية مرتفع جدًا بسبب هذا التحويل ويتراوح عادة بين ٤–٥. يختلف مصدر الطاقة الحرارية للمضخة الحرارية حسب نوعها فقد يكون: الهواء (العائد من التهوية) ، الأرض، المياه الجوفية، الهواء الخارجي، مجمعات ألواح الطاقة الشمسية، الحرارة المهدرة ، إلخ.



الشكل ٢٤: مفهوم المضخة الحرارية.

ثالثا – تعويض الطاقة

تتمثل الخطوة الثالثة ، بعد تنفيذ إجراءات خفض الطاقة وإعادة استخدام الطاقة المتبقية ، في تعويض الاستهلاك المتبقي من أجل تحقيق حالة التوازن للمبنى المتعادل حيث يمكن توليد الطاقة من الشمس والرياح والطاقة الحرارية الأرضية. وهناك تقنيات متعددة تولد الطاقة باستخدام هذه المصادر ، إلا أن تقنيات الطاقة الشمسية هي الأكثر كفاءة والأكثر استخدامًا في الأردن. فيما يلي أهم التقنيات التي يمكن استخدامها في المنازل لتوليد الطاقة في الموقع:

الألواح الكهروضوئية

تعمل الألواح الكهروضوئية
على تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء
بمعدل كفاءة ١٠–٢٠٪.

يمكن وضع الألواح الكهروضوئية على السطح، أو ربطها بالواجهة (الشكل ٢٥) أو استخدامها كمظلات في الحدائق. ازداد استخدام الأنظمة الكهروضوئية على نطاق واسع في الأردن اعتبارًا من عام ٢٠١٥ فصاعدًا، وتعتبر ثاني أكثر الأنظمة المتجددة بعد ألواح تجميع الطاقة الشمسية (Solar collector). يفضل توجيه الألواح الكهروضوئية إلى الجنوب، ويجب وضع الألواح في مناطق غير مظللة لزيادة كفاءتها إلى أقصى حد ؛ ومع ذلك ، يقوم مصممو الأنظمة الكهروضوئية بتغيير توجيه الألواح وموقعها اعتمادًا على الظروف المحددة لموقع المبنى. تقل تكلفة النظام الكهروضوئي بمرور الوقت مع تطور التكنولوجيا.

يمكن حساب استرداد التكلفة بشكل بسيط:

لنظام
يكلف ٣٠٠٠ دينار

إذ يمكنه إرجاع تكلفته في ٥ سنوات
بافتراض متوسط
فاتورة كهربائية شهرية بقيمة ٥٠ دينارًا أردنيًا.

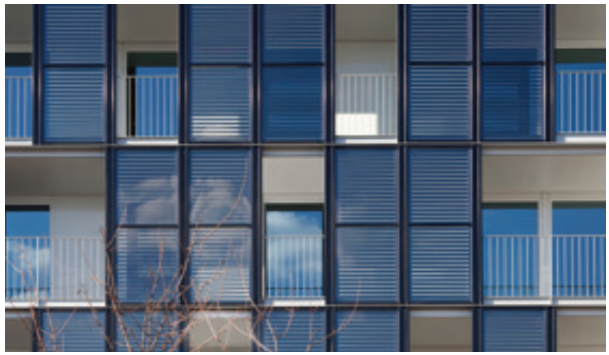
تتوفر سياسة التقسيط المالي لسعر الأنظمة الكهروضوئية من قبل موردي النظام والكيانات المالية المحلية والبنوك ، كما سيتم توضيحه في الفصل الثالث من هذا الكتيب، قسم «البرامج الوطنية الأردنية نحو تحقيق المباني المتعادلة».

الشكل ٢٥: الألواح الكهروضوئية الملونة على واجهة إحدى المباني (www.flickr.com/photos/la-citta-vita/5964294206/).

ألواح تجميع الطاقة الشمسية

تعمل ألواح تجميع الطاقة الشمسية على امتصاص الإشعاع الشمسي وتحويله إلى حرارة. تحتوي أنابيب امتصاص الحرارة في الألواح إما على سائل مضاد للتجمد يمر عبرها ويمتص حرارة الشمس أو تكون مفرغة. على غرار الألواح الكهروضوئية ، يمكن وضع ألواح تجميع الطاقة الشمسية على السطح (الشكل ٢٦) أوتركيبها على الواجهة (الشكل ٢٧). غالبًا ما يتم الجمع بين مجمعات الطاقة الشمسية وخزان مياه لتوفير الماء الساخن بالإضافة إلى المساهمة في تسخين المكان عن طريق الاتصال بالمشعات أو الأنابيب تحت الأرضية (التدفئة تحت الأرضية) كما يمكن استخدام المضخات الحرارية كمعززات للحرارة عند استخدام مجمعات الطاقة الشمسية لتدفئة المكان.

الشكل ٢٦: لوح تجميع الطاقة الشمسية على السطح.



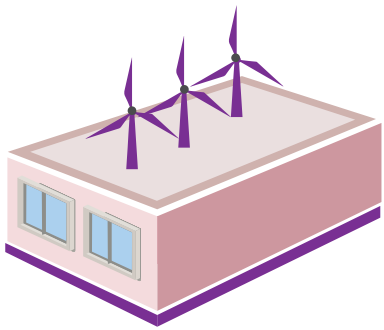
الشكل ٢٧: ألواح تجميع الطاقة الشمسية ذات الأنبوب المفرغ في الواجهة [٥٠].

علاوة على ذلك، يمكن استخدام ألواح تجميع الطاقة الشمسية في جميع مناطق الأردن.

تساهم ألواح تجميع الطاقة في
تقليل نفقات تسخين المياه
بنسبة ٧٠–٩٠٪،
مع فترة استرداد تصل إلى أربع سنوات،
وتستمر في توفير الماء الساخن
بدون تكلفة بعد ذلك. [٤٠]

توربينات الرياح صغيرة الحجم

تعمل توربينات الرياح على تحويل طاقة الرياح إلى كهرباء، ويمكن وضعها على أسطح المباني أو في الحدائق الكبيرة حيث لا تعوق المباني المحيطة الرياح ، الشكل (٢٨). يكون ناتج الطاقة الكهربائية من هذه التوربينات صغير نسبيًا، لأن الرياح داخل المناطق الحضرية ليست مستمرة وقوية بما يكفي لتشغيل التوربين بكفاءة عالية.



الشكل ٢٨: توربينات رياح صغيرة الحجم للمنازل.

طريقة الحساب المستخدمة لتعويض استهلاك طاقة المباني

قبل الشروع في تصميم نظام الطاقة المتجددة، يجب حساب كمية الطاقة المستهلكة من طاقة المصدر بالرجوع إلى نسبة (المصدر إلى الموقع). يتم تعريف **نسبة المصدر إلى الموقع** على أنها النسبة بين طاقة المصدر المستخدمة لتوليد الكهرباء والطاقة المستهلكة في المبنى (طاقة الموقع).

الخطوات التالية توضح طريقة الحساب:

الخطوة الأولى: تحديد أنواع الطاقة

تحديد جميع أنواع الطاقة المستخدمة في المبنى. فعلى سبيل المثال؛ يتم استهلاك أنواع الطاقة التالية في منزل مستقل يتكون من عائلة واحدة:

غاز البترول المسال المستخدم في الطبخ. (LPG)

الديزل المستخدم للتدفئة.

الكهرباء المستخدمة للتبريد والإنارة والأجهزة المنزلية.

الخطوة الثانية: الاستهلاك السنوي للطاقة

إيجاد الاستهلاك السنوي لكل نوع من أنواع الطاقة. إذا كان المبنى عبارة عن بناء جديد ، فإن نمذجة الطاقة مطلوبة لتقدير الاستهلاك. في حالة المبنى القائم ، يتم تجميع الاستهلاك على مدى الـ ١٢ شهرًا الأخيرة من تشغيل المبنى.

ففي المنزل المطروح كمثال في الخطوة الأولى، لنفترض استهلاك الطاقة السنوي التالي:

- **الكهرباء = ٨ ميغاواط**
- **الديزل= ٢ م٣**
- **اسطوانات غاز البترول المسال = ٧٥ كغ (٦ اسطوانات x ١٢,٥ كغ)**

الخطوة الثالثة: تحويل وحدات الطاقة

تحويل جميع وحدات الطاقة إلى وحدة طاقة مشتركة (MJ) أو (كيلوواط ساعة) حيث يمكن استخدام الجدول (٢) كمرجع.

الجدول ٢: وحدات الطاقة وما يعادلها MJ و كيلوواط ساعة.

الوقود	الوحدة	كثافة الطاقة	
		ميجا جول MJ	كيلوواط/ ساعة KW\h
الغاز الطبيعي	م٣	٣٥,٢	٩,٨
بترول	لتر	٣٤,٩	٩,٧
ديزل	لتر	٣٨,٢	١٠,٦
الكيروسين	كغ	٤٣,٥	١٢,١
غاز البترول المسال	كغ	٤٩,٣	١٣,٧
الفحم	كغ	٢٨,٦	٩,٧
الخشب الجاف	كغ	١٩	٥,٣

بالعودة إلى المثال السابق ، يمكننا تحويل جميع قيم استهلاك الطاقة إلى كيلوواط ساعة باستخدام الجدول:

- **استهلاك الكهرباء = ٨,٠٠٠ كيلوواط / ساعة.**
- **استهلاك الديزل = ٢ م٣ = ٢ x ١,٠٠٠ x ١٠,٦ = ٢١٢٠٠ كيلوواط ساعة.**
- **استهلاك غاز البترول المسال = ٧٥ كغ x ١٣,٧ = ١,٠٢٧,٥ كيلو واط ساعة.**

الخطوة الرابعة: حساب مصدر الطاقة

حساب مقدار طاقة المصدر السنوية لكل نوع من أنواع الطاقة. يقدم الجدول التالي نسبة المصدر إلى الموقع بالإشارة إلى متوسط نسب الولايات المتحدة ، إذ تُعتبر نسب طاقة المصدر في الأردن هي الأقرب إلى تلك الموجودة في الولايات المتحدة. [١٦]

الجدول ٣: نسب طاقة المصدر لكل نوع من أنواع الطاقة.

نوع الطاقة	نسب الطاقة من المصدر إلى الموقع
الطاقة المتجددة في الموقع	١,٠٠
الكهرباء	٢,٨
الغاز الطبيعي	١,٠٥
الديزل	١,٠١
الكيروسين	١,٠١
غاز البترول المسال	١,٠١
الفحم	١,٠٠
الخشب الجاف	١,٠٠

وفي نفس المثال السابق ، عند تطبيق الأرقام في هذا الجدول ، يكون إجمالي استهلاك طاقة المصدر:

- **الكهرباء = ٨٠٠٠ × ٢,٨ = ٢٢٤٠٠ كيلوواط. ساعة.**
- **الديزل = ٢١٤٢٠٠ × ١,٠١ = ٢١٤١٢ كيلوواط. ساعة.**
- **غاز البترول المسال = ١٠٢٧,٥ × ١,٠١ = ١٠٣٧,٨ كيلوواط. ساعة.**

إجمالي مصدر الطاقة لهذا المنزل =

٤٤٨٤٩,٨ كيلوواط. ساعة. بناءً على هذه القيمة يجب أن تعوض الطاقة المتجددة المولدة مقدار (٤٤،٨٥٠) كيلوواط. ساعة من الطاقة المستهلكة.

٣. المباني المتعادلة مائيّاً

المباني متعادلة المياه (NetZero Water) هي المباني التي تكون فيها كمية المياه المعاد استخدامها والمعالجة والمستصلحة التي تم إرجاعها إلى المصدر الأصلي واستخدامها بدلاً من مياه الشرب مساوية لإجمالي استهلاك مياه الشرب في المبنى. يتحقق التوازن المائي عند إعادة استخدام مياه الأمطار ومعالجتها واستصلاحها لتغطية جميع احتياجات المياه الصالحة للشرب في المبنى، [٥٢].

التوازن المائي =

استهلاك مياه الشرب **–**

المياه المعاد استخدامها أو المعالجة أو المستصلحة

بمعنى آخر، يتم تحقيق المباني متعادلة المياه (NetZero Water) عندما يكون التوازن المائي في المعادلة أعلاه مساوياً للصفر بحيث لا تشمل حسابات توازن الماء المياه المخصصة للشرب. إن مفهوم تعادل المياه في المبنى يختلف عن مفهوم تعادل الطاقة في المبنى لأن حسابات الطاقة تأخذ في الاعتبار كفاءة توليد محطة الطاقة بينما عامل تزويد المياه ليس جزءًا من حسابات توازن المياه.كما ذكر سابقًا، يُقدر استهلاك المياه في المبنى الجديد باللتر للفرد في اليوم كما هو مشار إليه في كودات البناء الوطنية. بالنسبة للمباني القائمة، يتم استخدام فواتير المياه لمدة ١٢ شهرًا سابقة عند إعادة تأهيل المبنى لحساب كمية استهلاك المياه خلال سنة واحدة.

يوضح الشكل (٢٩) تدابير تقليل استهلاك المياه وإعادة استخدامها وتعويضها التي سيتم عرضها لتحقيق المبنى المتعادل مائيّاً.

الشكل ٢٩: تدابير تقليل استهلاك المياه وإعادة استخدامها وتعويضها لتحقيق المبنى المتعادل مائياً.

اولاً – تقليل استهلاك المياه

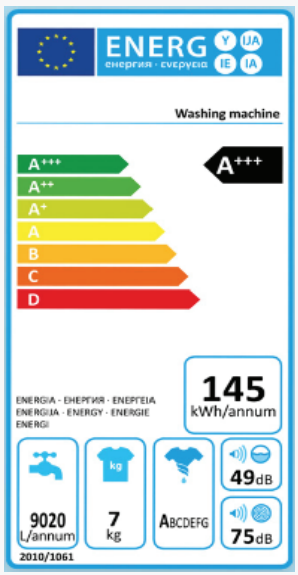
تنطبق تدابير تقليل استهلاك المياه على الاستخدامات الداخلية والخارجية للمبنى.

تقليل استهلاك المياه في الاستخدامات داخل المبنى

يعد استخدام قطع وأجهزة توفير المياه للاستخدامات المائية داخل المبنى أفضل استراتيجية لتقليل استهلاك المياه. وتشمل هذه الاستراتيجيات: تركيب مراحيض عالية الكفاءة مثل مراحيض التشطيف المزدوج او ما يعادلها، بالإضافة إلى صنابير، وأحواض المطبخ ورؤوس الدش قليلة التدفق. بالإضافة إلى ذلك، تعتبر لاصقات توفير المياه، مثل لاصقة Water Sense (الشكل ٣٠)، اختيارات ملائمة للقطع و الأجهزة الموفرة للمياه والتي يمكن أن تقلل بشكل كبير من استهلاك المياه، مما يساهم في الوصول إلى حالة توازن المياه.

الشكل ٣٠: لاصقة Water Sense للقطع الصحية.

أما بالنسبة للأجهزة المنزلية التي تستهلك المياه (مجففات الملابس، غسالات الملابس، غسالات الأطباق، وما إلى ذلك) فيجب ان تحمل ملصقات للطاقة تفي أيضًا بمتطلبات كفاءة استخدام المياه والمعبر عنها في ملصقات A–G حيث +++ A هو الأكثر كفاءة في استخدام الطاقة. الشكل (٣١). يشير ملصق كفاءة الطاقة إلى استهلاك المياه ولكنه يصنف الأجهزة المنزلية بناءً على استهلاكها للطاقة. ولاختيار أفضل الأجهزة الموفرة للمياه ، يجب تحديد الأجهزة التي تحمل ملصق «A» ثم مقارنة الأجهزة من حيث استهلاكها للمياه.



الشكل ٣١: ملصق الطاقة – فئة +++ A لغسالة.

تقليل استهلاك المياه للاستخدامات خارج المبنى

إن اكثر الاستخدامات المستهلكة للمياه خارج المبنى هي ري المزروعات لذا فإن استخدام أنظمة الري الموفرة للمياه بالإضافة إلى أفضل الممارسات في تصميم الحدائق يساهم في تحقيق وفورات كبيرة في المياه. بالتحديد يعتبر الري بالتنقيط هو نظام الري الأكثر كفاءة في استخدام المياه.

تشمل الاستراتيجيات الأخرى لتقليل الاستخدامات الخارجية للمياه استخدام المياه الرمادية للري (انظر الخطوة التالية: إعادة استخدام المياه) وزراعة الأشجار والشجيرات التي لا تحتاج للري او ذات احتياجات ري منخفضة مثل النباتات المحلية او القابلة للتكيف.

تعرف **النباتات المحلية** بأنها تلك التي تطورت بشكل طبيعي لسنوات عديدة دون مساعدة بشرية في منطقة معينة و تكيفت مع الجغرافيا والهيدرولوجيا والمناخ في تلك المنطقة [٥٤].

من أمثلة النباتات المحلية في الأردن أشجار الزيتون، والأوكالبتوس، والأرز التي تزدهر في المرتفعات وفي وادي الأردن ، وإكليل الجبل والشجيرات الأخرى التي يمكن العثور عليها في جميع مناطق الأردن ، وأشجار الأكاسيا ومجموعة متنوعة من نباتات الصبار التي تزدهر في المناطق الصحراوية [٥٥].

أما **النباتات القابلة للتكيف** فهي أنواع من النباتات المحلية في مناطق أخرى من العالم أصبحت متأقلمة في منطقة جديدة. تزدهر هذه النباتات في الموقع الجديد دون الإضرار بالنباتات الأصلية الموجودة أو في الحياة البرية ، وهي قادرة على النمو والتكاثر دون تدخل بشري [٥٤].

ثانياً – إعادة استخدام المياه

إن استراتيجيات إعادة استخدام المياه لا تقلل فقط من استهلاك المياه الصالحة للشرب ولكنها تعوضها أيضًا. تعتبر مياه الأمطار التي يعاد استخدامها ومياه التكثيف المجمعة والمياه الرمادية والسوداء المعالجة من المصادر الرئيسية في إعادة استخدام المياه.

ويعد تجميع مياه الأمطار
وتجميع مياه التكثيف من أجهزة تكييف الهواء
من أكثر التدابير منخفضة التكلفة
للقطاع السكني.

تجميع مياه الامطار

يمكن تجميع مياه الأمطار من أسطح المباني وأرضيات الحدائق المحيطة بالمبنى في خزانات منفصلة لجمع المياه. يتم تزويد خزانات تجميع مياه الأمطار بمرشحات مثبتة عند أنابيب مدخل المياه حيث تصبح مياه الأمطار المجمعة صالحة لجميع استخدامات المياه داخل وخارج المبنى عندما تمر عبر وسائط ترشيح عالية، إلا أنها غير صالحة للشرب. يوضح الشكل (٣٢) اتصال خزان تجميع مياه الأمطار بشبكة المياه.

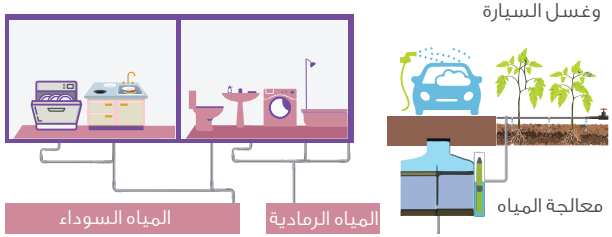
الشكل ٣٢: خزان تجميع مياه الأمطار متصل بشبكة المياه.

تجميع الماء المكثف من اجهزة تبريد الهواء

يمكن تركيب جهاز تجميع الماء المكثف من نظام التبريد حيث يمكن إعادة استخدام المياه المكثفة التي تم جمعها في الري وتنظيف المرحاض واستخدامات أخرى غير الشرب.

معالجة المياه الرمادية والمياه السوداء

تُعرف **المياه الرمادية** بأنها «مياه الصرف الصحي المنزلية التي لم تتلامس مع مخلفات المرحاض أو أحواض المطبخ أو غسالات الصحون». أمّا **المياه السوداء** فهي «جميع مياه الصرف الصحي المنزلية التي تشمل المياه من المراحيض وأحواض المطبخ وغسالات الصحون».



هناك أنواع متعددة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي تختلف في التكلفة وكفاءة المعالجة والمساحة المطلوب تخصيصها للمحطة. تعتبر المحطات الصغيرة والمحلية أحدث تكنولوجيا للمنازل والمباني السكنية حيث يتم تركيبها عادة تحت الأرض وتتطلب مساحة صغيرة.

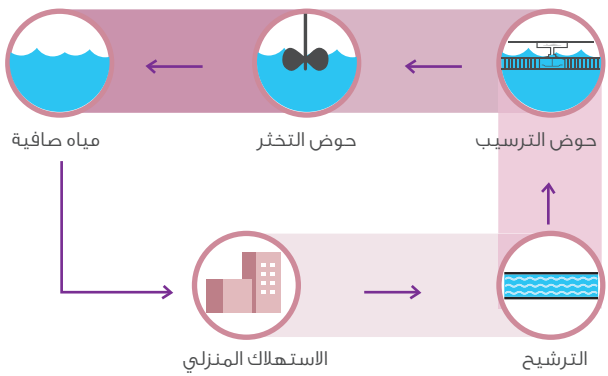
أمّا النظام المركزي فهو مناسب لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي للمجتمعات الصغيرة (التي تخدم مجموعة من المباني في الحي ، على سبيل المثال).

تعتبر تكلفة محطات معالجة مياه الصرف الصحي مرتفعة نسبيًا. لذا فمن الأجدى تكلفةً الاستفادة من المياه المعالجة التي توفرها البلدية من محطات معالجة مياه الصرف الصحي المركزية والواسعة النطاق (تخدم مساحة كبيرة ، مثل المدينة أو نحو ذلك).

في الأردن ، تبلغ كمية **المياه المعالجة** من محطات معالجة المياه العادمة المركزية **١٧٦,٦ متر مكعب**، وهو ما يمثل **١٦,٦٪ من إجمالي موارد المياه في عام ٢٠١٩.** [٢٥]

حتى الآن، تُستخدم هذه الكميات من المياه المعالجة بشكل رئيسي للاستخدامات الزراعية والصناعية ولكن ليس للاستخدام السكني [٢٥]. تسعى الجهود الحكومية لزيادة كمية المياه المعالجة التي يمكن أن تصبح موردا للاستخدامات السكنية كذلك. حتى ذلك الحين ، فإن محطة معالجة مياه الصرف الصحي الصغيرة تحت الأرض والمحلية أكثر قابلية للتطبيق في القطاع السكني.

من المهم فصل المياه المعالجة عن مياه البلدية باستخدام نظام الأنابيب المزدوج. تعتمد الاستخدامات النهائية للمياه المعالجة على مستوى المعالجة. بشكل عام يمكن أن تستخدم المياه المعالجة في تنظيف المراحيض والري وبعض استخدامات التنظيف الأخرى، (الشكل ٣٣).



الشكل ٣٣: مراحل المعالجة في محطة معالجة المياه

ثالثا – تعويض الماء

إن استراتيجيات إعادة استخدام المياه هي عمليا إستراتيجيات تعويض المياه أيضًا حيث يتم تعويض مياه الشرب المستخدمة في كافة احتياجات المبنى للوصول إلى المبنى متعادل المياه (باستثناء مياه الشرب).

للتحقق من حالة توازن الماء ؛ يمكن إجراء عملية حسابية بسيطة للمتغيرين في معادلة توازن الماء؛ استهلاك المياه الصالحة للشرب، والمياه المعاد استخدامها أو معالجتها أو استصلاحها. يمكن توضيح الحسابات في المثال التالي للمنزل.

يستخدم المنزل قطع وأجهزة توفير مياه بحيث يبلغ استهلاك المنزل ١٨٠ م^3 سنويًا، على افتراض أن ٦٠ م^3 من مياه الأمطار المجمعة يتم ترشيحها ومن معالجة المياه الرمادية وإعادة استخدامها سنويًا، ويتم توفير ١٢٠ م^3 من المياه المعالجة للمنزل من محطة معالجة مياه الصرف الصحي المركزية.

استهلاك مياه الشرب = ١٨٠ م^3

المياه المعاد استخدامها والمعالجة =

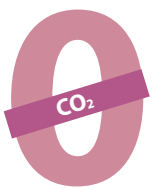
٦٠ م^3 + ١٢٠ م^3 = ١٨٠ م^3

الميزان المائي = صفر، مما يعني أن المنزل عبارة عن **مبنى متعادل المياه.**

* الأرقام الواردة في هذا المثال هي فقط لتوضيح الحسابات العددية.
في عام ٢٠١٧، بلغت كمية إمداد المياه ١٢٥ لترًا / فرد / يوم [٧٣]. أي أنه لعائلة صغيرة من ٤ بالغين؛ يبلغ متوسط استهلاك المياه حوالي ١٨٠ متر مكعب.

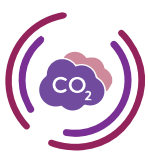
٤. المباني المتعادلة كربونيا

المباني المتعادلة كربونياً (NetZero Carbon) هي مبان ذات كفاءة عالية في استخدام الطاقة يتم تشغيلها بالكامل من مصادر الطاقة المتجددة في الموقع و / أو خارج الموقع (WorldGBC).



يتم تحقيق المباني المتعادلة كربونياً
عندما يتم تعويض كمية انبعاثات الكربون السنوية **من مصادر الطاقة المتجددة** **وعن طريق زراعة الأشجار** بحيث يكون الفرق بين الكربون المنبعث والكربون المعوض على مدار السنة **يساوي صفرا أو سلبي.**

هناك طريقتان لتحقيق المباني المتعادلة كربونياً ترتبط بنوعين من الانبعاثات الكربونية:



الكربون الكامن

الكربون التشغيلي

تستند حسابات انبعاثات الكربون الكامن إلى مواد البناء التي يتكون منها المبنى. وبالتالي، فإن حاسبي الكميات هم أفضل من يمكن أن يشارك في حسابات الكربون الكامن.

يجب البحث عن قيم الكربون الكامن المرتبط بكل من مواد البناء ونشرها لكل دولة حسب المواد المتوفرة وما تمر به في مرحلة الإنتاج في ذلك البلد.

يتم قياس انبعاثات الكربون من مواد البناء بوحدة الكيلوغرام المكافئ لثاني أكسيد الكربون ($kg\ CO_2e$) لكل وحدة من المواد.

بحيث تكون البيانات والعوامل المرتبطة بمواد البناء موضحة في إعلان المنتج البيئي للشركة المصنعة (EPD) أو في قاعدة بيانات عامة تسمى (مخزون الكربون والطاقة ICE).

تعتبر الإعلانات البيئية للمنتجات طريقة قياسية لوصف التأثيرات البيئية المرتبطة باستخراج المواد الخام للمنتج واستخدام الطاقة والتفاعلات الكيميائية وتوليد النفايات الناتجة والانبعاثات في الهواء والتربة والمياه [٥٦].

إن توصيف الإعلان البيئي للمنتج (EPD) يجب أن يتم بواسطة مشغل برنامج مؤهل نيابة عن الشركة المصنعة للمنتج كما هو موضح في ISO 14025. تالياً بعض قواعد البيانات المعروفة في توصيف الاعلانات البيئية للمنتجات (EPD):

- Mindful Materials.
- Sustainable Minds.
- International EPD System.
- UL Spot.

أمّا الكربون التشغيلي فهو يرتبط بانبعاثات الكربون الناتجة خلال المرحلة التشغيلية للمبنى بسبب استهلاك الطاقة واستخدام المياه.

إن تحقيق حالة التعادل في الطاقة و المياه تعني أن المبنى متعادل الكربون التشغيلي NetZero Operational Carbon أمّا انبعاثات الكربون المرتبطة بـ «مرحلة الاستخدام» و المتمثلة بالصيانة والإصلاح والاستبدال والتجديد لعناصر المبنى فهي مرتبطة بحسابات الكربون الكامن وليس بحسابات الكربون التشغيلي، على الرغم من انبعاثه في مرحلة التشغيل.

أولا – تقليل انبعاثات الكربون

يجب تقليل كمية المواد، واختيار المواد ذات انبعاثات الكربون الأقل من أجل تقليل انبعاثات الكربون من مواد البناء.

تساهم الاستراتيجيات والتدابير التالية في الحد من انبعاثات الكربون من المواد:

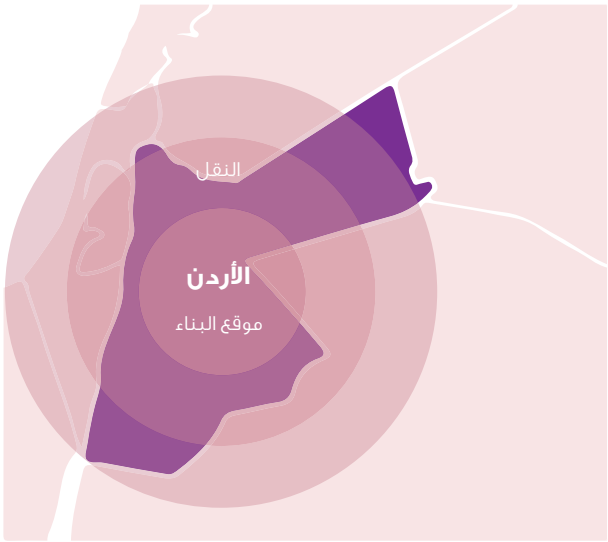
المواد المحلية

المواد المحلية هي مواد البناء أو المنتجات التي تم استخراجها و حصادها أو استردادها، وكذلك تصنيعها داخل المنطقة.

تختلف المسافة بين موقع تنفيذ المبنى وموقع انتاج مواد البناء بين المراجع.

على سبيل المثال، يحدد دليل المباني الخضراء في الأردن مسافة أقصاها ٤٥٠ كم من مركز موقع تنفيذ المبنى إلى موقع انتاج المواد.

للمواد المحلية انبعاثات كربونية أقل لأن مسافات النقل تكون أقصر (الشكل ٣٤). على سبيل المثال، تنتج بعض المواد انبعاثات كربونية منخفضة أثناء الاستخراج والتصنيع لكنها قد تتطلب النقل لمسافات طويلة مما يجعل انبعاثات الكربون الكامن المرتبطة بهذه المادة أعلى من بدائلها.



الشكل ٣٤: رسم توضيحي لحدود منطقة المواد المحلية لموقع في وسط الأردن .

المواد المتينة

تتطلب المواد المتينة **تجديدًا واستبدالًا أقل،** وبالتالي **تقلل انبعاثات الكربون** أثناء مرحلة استخدام المبنى.

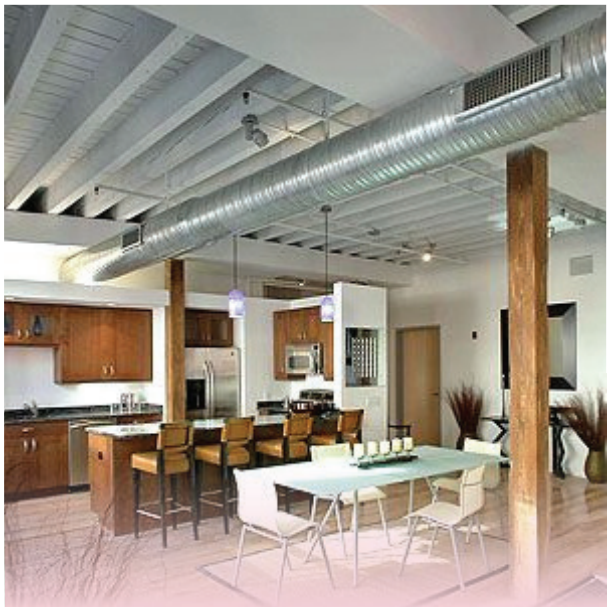
المنتجات والمواد منخفضة الكربون

إن المثال الأكثر شيوعًا لمثل هذه المواد هو الخرسانة الخالية من الأسمنت. ينتج عن تصنيع الأسمنت معدلات عالية من الانبعاثات الكربونية وغازات الاحتباس الحراري الأخرى التي يمكن استبدالها بمواد ذات انبعاثات كربونية أقل. هناك نوعان من البدائل الشائعة للأسمنت في الخلطات الخرسانية ذات انبعاثات كربونية أقل وهي GGBS (Ground Granulated Blast Furnace Slag) و PFA (Pulverized Fuel Ash) أو رماد الوقود المسحوق. أنظر للشكل (٣٥).

الشكل ٣٥: مكعب خرساني يحتوي على ٥٠٪ من GGBS.

تفاصيل تصميمية منخفضة الانبعاثات الكربونية

تعتبر السقوف الخرسانية المكشوفة (الشكل ٣٦)، العقدات الخرسانية المجوفة، واستخدام ألواح الجص للاستغناء عن الطلاء أمثلة على خيارات تصميمة منخفضة الانبعاثات الكربونية بسبب انخفاض كمية المواد المستخدمة في تفاصيل التصميم هذه.



الشكل ٣٦: سقف مكشوف.

استخدام مواد عزل الكربون

تعتبر مواد ومنتجات عزل الكربون هي مواد معتمدة من جهات خارجية تتبع استراتيجيات الحصاد والاستخراج المستدامة. إن الكربون الكامن المرتبط بمرحلة الإنتاج لهذه المواد أقل من الكربون الكامن المرتبط ببدائلها.

على سبيل المثال ،شهادة مجلس رعاية الغابات (Forest Stewardship Council\ FSC) هي معيار حصاد مستدام للمنتجات الخشبية التي تستخدم عزل الكربون المتحقق منه علمياً. شكل (٣٧).

الشكل ٣٧: لاصقة شهادة مجلس إدارة الغابات.

ثانيًا – إعادة استخدام وإعادة تدوير المواد لتقليل انبعاثات الكربون

المواد المعاد استخدامها (Reused Materials) هي مواد يتم الاحتفاظ بها ليتم استخدامها مرة أخرى في وظيفتها الأصلية دون الحاجة إلى تصنيعها أو معالجتها مرة أخرى.

أمثلة على المواد التي يمكن إعادة استخدامها:

مواد العزل | أخشاب الطوبار | إطارات النوافذ | مواد الأرضيات

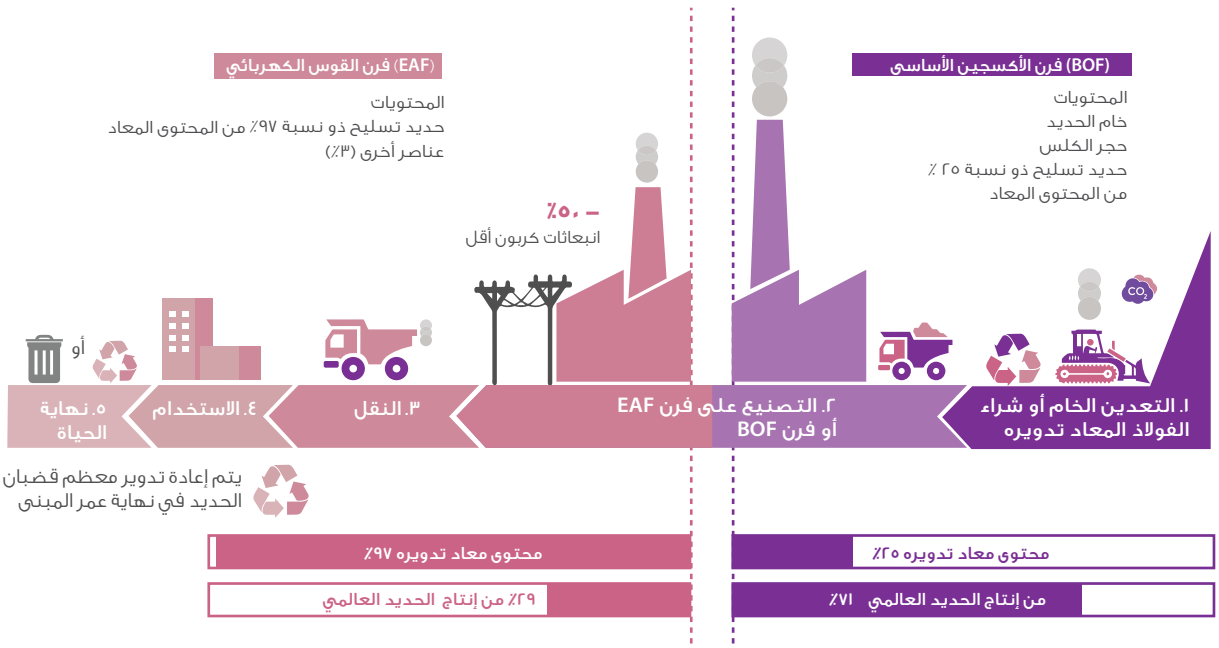
تحتوي المواد المعاد استخدامها في الموقع على انبعاثات كربونية صفرية في مرحلة الإنتاج وانبعاثات منخفضة جدًا أثناء البناء حيث يتم إعادة استخدامها في نفس الموقع مقارنة بالبدائل الأخرى خارج الموقع. أمّا الانبعاثات الكربونية من المواد المعاد استخدامها خارج الموقع فهي ترتبط بشكل أساسي بالمسافات وأنماط النقل. يمكن أيضًا إعادة استخدام العناصر الهيكلية مثل الألواح والأسقف والجدران والفواصل.

وقد خلصت دراسة عملية مثيرة للاهتمام حول إعادة الاستخدام لمواد البناء إلى أن «الواجهة الزجاجية والواجهات اللولبية (Spiro façade) والجدران الداخلية الخشبية هي عناصر قابلة لإعادة الاستخدام ويمكن أن تحل محل المنتجات الجديدة بميزة بيئية أفضل مقارنة بالمنتجات الجديدة».

تكشف الدراسة عن تقنية إعادة استخدام المواد الإنشائية المختلفة لأغراض غير استخدامها الأصلي وتشير بوضوح إلى انخفاض انبعاثات الكربون والتأثير الأقل على تغير المناخ للمواد المدروسة. على الرغم من وجود معوقات الجدوى التجارية ، ومشكلات إدارة ورشة العمل التكنولوجية وبعض المواد في الدراسة إلا أن هذه التقنية تعتبر مبتكرة ومتطورة في مجال إعادة استخدام المواد. انظر الشكل (٣٨)، [٥٧].

الشكل ٣٨: نموذج أولي للجدار الداخلي الزجاجي.

كما يمكن **إعادة تدوير المواد (Recycled Materials)** إما داخل موقع البناء أو خارجه. حيث تشير النسبة الأعلى من المحتوى المعاد تدويره إلى أنه تم استخراج عدد أقل من المواد الخام. ومن أكثر مواد البناء المعاد تدويرها استخدامًا هي حديد التسليح. يتراوح المحتوى المعاد تدويره في حديد التسليح بين ٢٥٪ و ٩٠٪. إن حديد التسليح هو مثال لمواد البناء من المهد إلى المهد. كما هو موضح في الشكل (٣٩) ، فإن انبعاثات الكربون المرتبطة بإنتاج حديد تسليح ذو نسبة ٩٧٪ من المحتوى المعاد تدويره تقل بنسبة ٥٠٪ عن انبعاثات الكربون من إنتاج حديد تسليح ذو نسبة ٢٥٪ من المحتوى المعاد تدويره. لسوء الحظ ، فإن إنتاج حديد تسليح ذو نسبة ٩٧٪ من المحتوى المعاد تدويره يمثل ٢٩٪ من إجمالي إنتاج حديد التسليح العالمي مقارنة بـ ٧١٪ للحديد ذو نسبة ٢٥٪ من محتوى الصلب المعاد تدويره . [٥٨]



الشكل ٣٩: الانبعاثات الكربونية للحديد الصلب ذو نسبة ٢٥٪ و ٩٧٪ من المحتوى المعاد تدويره [٥٨].

المفاضلة بين الخيارات

قد لا يساهم تقليل الانبعاثات الكربونية لبعض المواد في تقليل الانباعاثات الكربونية لدورة الحياة الإجمالية للمبنى. على العكس من ذلك ، قد تؤدي زيادة الكربون الكامن المرتبط بمرحلة الإنتاج في بعض المواد إلى تقليل الانبعاثات الكربوينة لدورة حياة المبنى.

أحد الأمثلة هو إضافة كتلة حرارية كبيرة إلى غلاف المبنى، عالية في الكربون الكامن ، وبالتالي تقليل الكربون الكامن في دورة حياة المبنى عن طريق تقليل أحمال التدفئة والتبريد.

ثالثا – تعويض الانبعاثات الكربونية

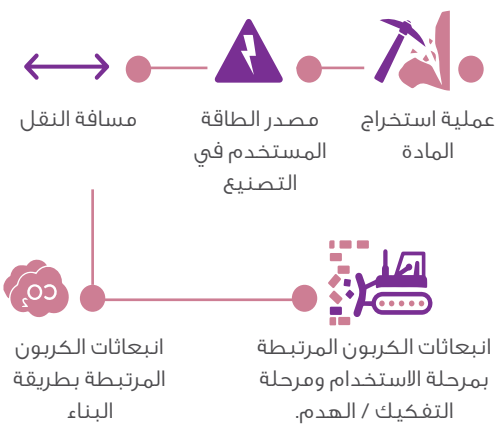
يتم تحديد استراتيجية التعويض عن انبعاثات الكربون من مواد البناء عن طريق حساب «الكربون الكامن» المرتبط بكل مادة بعد تطبيق جميع استراتيجيات التخفيض وإعادة الاستخدام الممكنة.

يمكن حساب الكربون الكامن من خلال سرد جميع مواد البناء وكمياتها، ثم حساب كمية ثاني أكسيد الكربون المكافئ (CO_2e) المرتبطة بكل مرحلة من مراحل دورة حياة المواد. وأخيرًا، يتم اعتماد مصادر تعويض الكربون للتعويض عن انبعاثات الكربون المحسوبة.

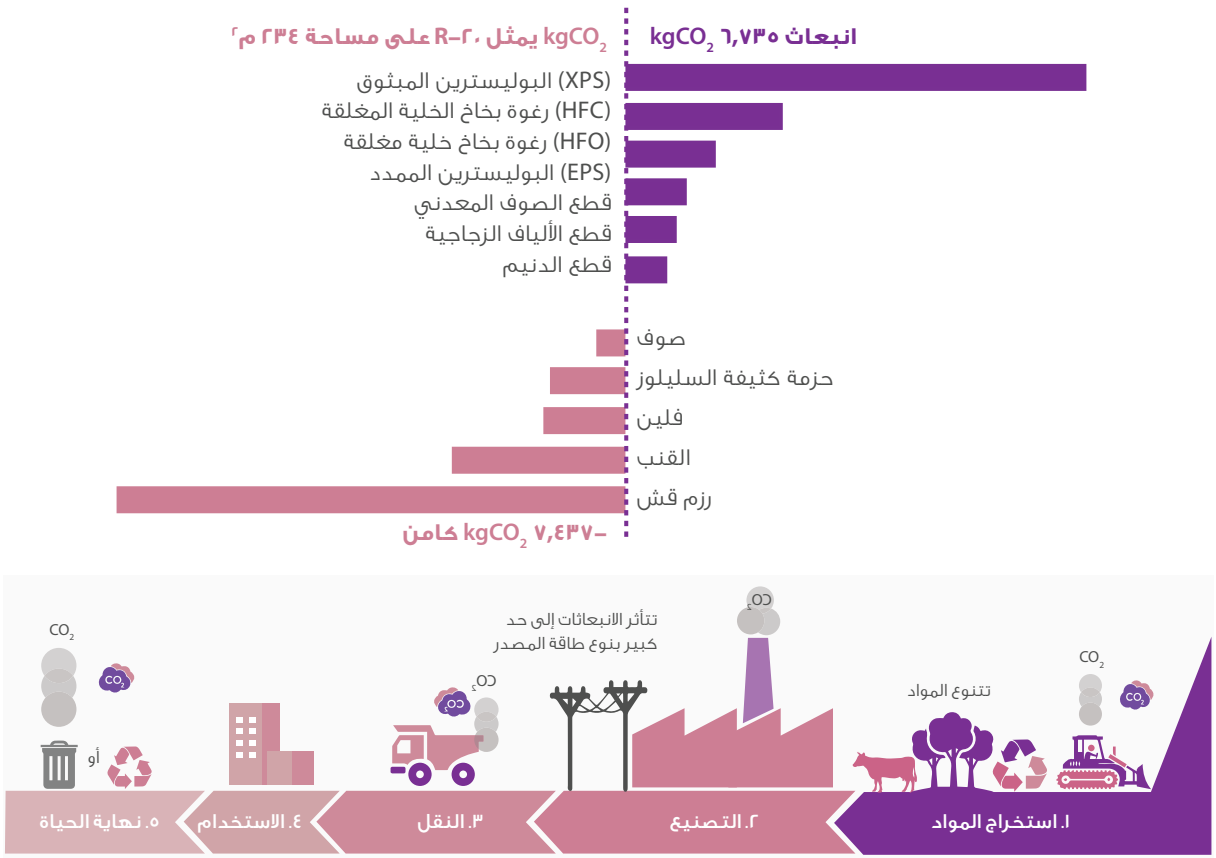
حسابات الكربون الكامن

تحتوي كل مادة أو منتج في المبنى على عامل تحويل الكربون الكامن (وهو فريد لكل مادة). يوفر قيمة انبعاثات الكربون الكامن المرتبطة بهذه المادة ، ويعتمد على اعتبارات متعددة خلال مراحل دورة حياة المادة.

هذه الاعتبارات هي:



يوضح الشكل (٤٠) الانبعاثات الكربونية لمواد العزل المختلفة كما يوضح الشكل أن الكربون الكامن المرتبط بالبوليستيرين هو الأعلى بين جميع أنواع العزل. إن رغوة الرش والبوليسترين الموسع والصوف المعدني وأنواع العزل من الألياف الزجاجية لديها انبعاثات كربونية كامنة أقل. من ناحية أخرى، يحتوي الصوف، السليولوز المكثف، الفلين، بالات القش والقش، على قيم كربونية كامنة سلبية مما يعني أن هذه المواد تساهم في التخلص من انبعاثات الكربون. [٥٨]



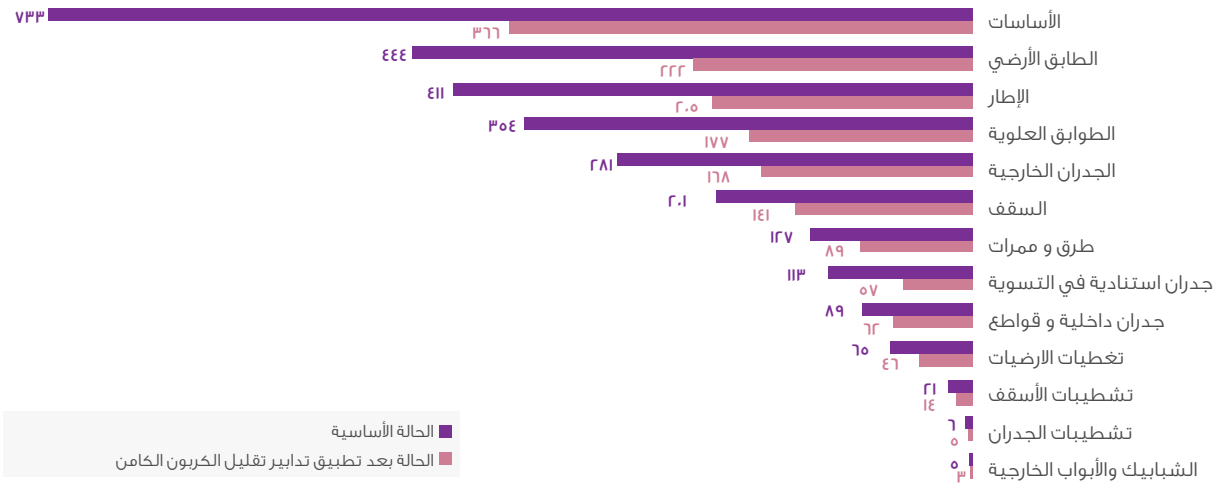
الشكل ٤٠: تأثيرات الكربون لمواد العزل المختلفة [٥٨].

يجب التصريح عن كل مادة بناء من قبل الشركة المصنعة لتوضيح الكربون الكامن المرتبط بكل مرحلة من مراحل دورة حياة المادة وتعتبر إعلانات المنتج البيئي (EPDs) هي أفضل بروتوكول يمكن استخدامه لهذا الغرض.

الحالة الأساسية في حسابات الكربون الكامن

يتم حساب الكربون الكامن للمواد مقارنة بحالة أساسية وهي الأعمال المعتادة أو المواد الأكثر استخدامًا في البناء لمنطقة / بلد معين.

على سبيل المثال: لو كانت قيمة الحالة الأساسية للكربون الكامن في كمية معينة من الخرسانة هي ٢٧٠ طن من ثاني أكسيد الكربون، تعتبر هذه قيمة أساسية لكمية محددة من الخرسانة ذات محتوى أسمنت ١٠٠٪. إذا قرر فريق التصميم استخدام الخرسانة ذات المحتوى الأسمنتي المنخفض- بافتراض ٥٠٪ من محتوى GGBS بدلاً من ٥٠٪ محتوى أسمنتي سينتج عن ذلك قيمة من الكربون الكامن لنفس كمية الخرسانة تساوي ٢٠٠ طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون. وبالتالي فإن خفض الكربون الكامن من الخرسانة مقارنة بالحالة الأساسية هو ٢٦٪. ويمكن اجراء نفس الحسابات لجميع مواد البناء؛ ثم تتم مقارنة إجمالي الكربون الكامن للحالة الأساسية مع الإجمالي بعد تطبيق تدابير تقليل الكربون الكامن لإيجاد الوفورات النهائية. يوضح الشكل (٤١) مثالاً لكيفية تأثير تدابير خفض الكربون على الكربون الكامن في المشروع مقارنة بالحالة الأساسية.



الشكل ٤١: مثال على كيفية تأثير تدابير تقليل الكربون على الكربون الكامن في المشروع مقارنة بالحالة الأساسية [٣٢].

خطوات الحسابات

الخطوة ١: قائمة مواد البناء

وضع قائمة بمواد البناء وكمياتها كما هو مفصل في جداول الكميات. يجب أن تتضمن القائمة ، كحد أدنى، المواد التالية:

أعمال الموقع: حفر ، رصف خارجي ، تدعيم طوبار.

أعمال التأسيس والجدران الاستنادية.

الهيكل الإنشائي و التسليح و العقدات والجسور.

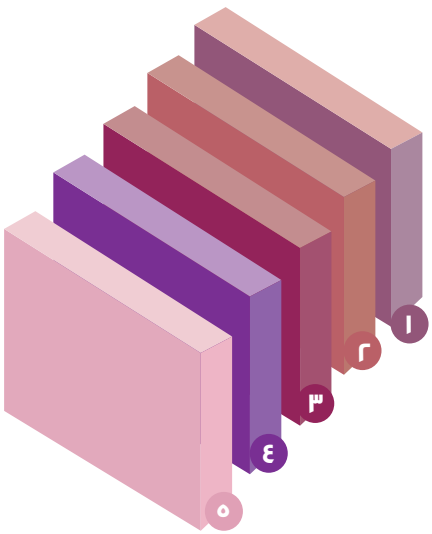
غلاف المبنى، والتكسية ، والعزل ، والسقف.

التشطيبات الداخلية للأسقف والأرضيات والجدران والفواصل.

الأنظمة الكهربائية والميكانيكية والصرف وأي أنظمة بناء أخرى.

الخطوة ٢: الكربون الكامن في مرحلة الإنتاج

حساب الكربون الكامن في مرحلة الإنتاج. فيما يلي مثال لحساب الكربون الكامن لجدار خارجي في مبنى سكني نموذجي في الأردن:



الكربون الكامن المرتبط بمرحلة النقل للجدار الخارجي

١ كمية الحجر

X

عامل تحويل الكربون الكامن لكل وحدة قياس الحجر = الكربون الكامن في مرحلة إنتاج الحجر

٢ كمية المونة الاسمنتية

X

عامل تحويل الكربون الكامن لكل وحدة قياس المونة الإسمنتية = الكربون الكامن في مرحلة إنتاج المونة الإسمنتية

٣ كمية الطوب

X

عامل تحويل الكربون الكامن لكل وحدة قياس الطوب = الكربون الكامن في مرحلة إنتاج الطوب

٤ كمية البوليستيرين

X

عامل تحويل الكربون الكامن لكل وحدة قياس البوليستيرين = الكربون الكامن في مرحلة إنتاج البوليستيرين

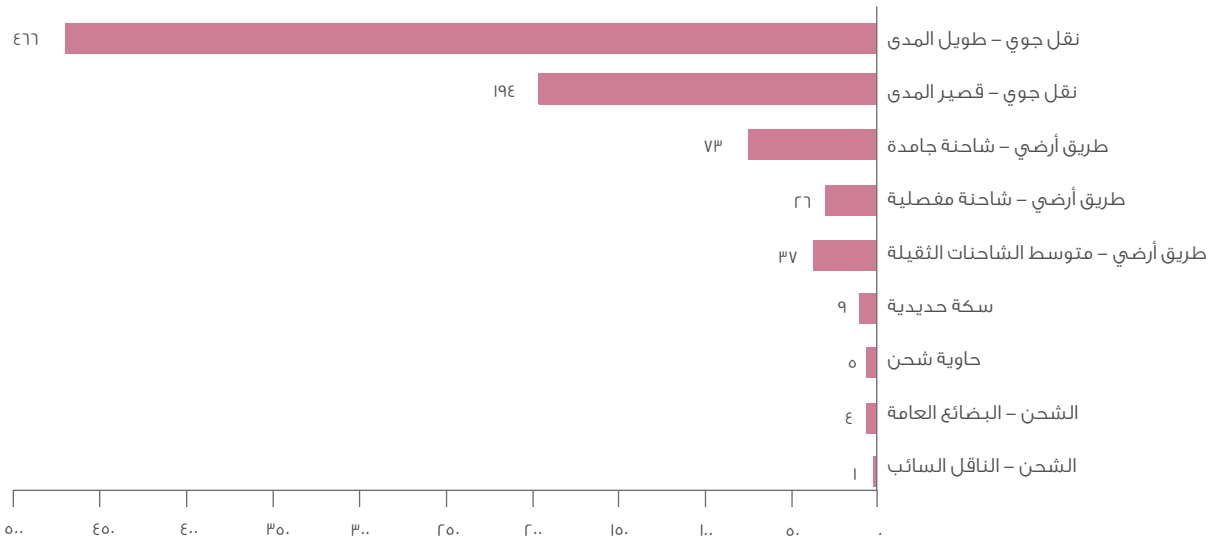
٥ كمية الجبس

X

عامل تحويل الكربون الكامن لكل وحدة قياس الجبس = الكربون الكامن في مرحلة إنتاج الجبس

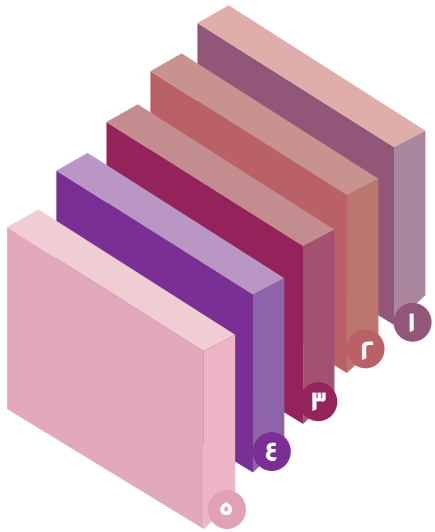
الخطوة ٣: الكربون الكامن في مرحلة النقل

إيجاد الكربون الكامن المرتبط بنقل كل مادة. تعتمد هذه القيمة على مسافة النقل لكل مادة وطريقة النقل. يوضح الشكل (٤٢) كثافة الكربون النسبية لوسائل النقل المختلفة.



الشكل ٤٢: كثافة الكربون النسبية لوسائل النقل المختلفة [٣٢].

في نفس المثال لمكونات الجدار الخارجية ، يتم حساب هذه الخطوة على النحو التالي:



الكربون الكامن المرتبط بمرحلة النقل للجدار الخارجي

١ مسافة النقل بالحجر

انبعاثات الكربون لكل كيلومتر مرتبطة بطريقة النقل X = الكربون الكامن المرتبط بنقل الحجر

٢ مسافة النقل للمونة الاسمنتية

انبعاثات الكربون لكل كيلومتر مرتبطة بطريقة النقل X = الكربون الكامن المرتبط بنقل المونة الإسمنتية

٣ مسافة نقل الطوب

انبعاثات الكربون لكل كيلومتر مرتبطة بطريقة النقل X = الكربون الكامن المرتبط بنقل الطوب

٤ مسافة نقل البوليستيرين

انبعاثات الكربون لكل كيلومتر مرتبطة بطريقة النقل X = الكربون الكامن المرتبط بنقل البوليستيرين

٥ مسافة نقل الجبس

انبعاثات الكربون لكل كيلومتر مرتبطة بطريقة النقل X = الكربون الكامن المرتبط بنقل الجبس

الخطوة ٤: الكربون الكامن من مرحلة التنفيذ و مرحلة الاستخدام ومرحلة التفكيك / الهدم

على غرار الخطوة ٢ ، قم بحساب الكربون الكامن من مرحلة التنفيذ ومرحلة الاستخدام ومرحلة التفكيك / الهدم لكل مادة على حدة وتقييم النتيجة النهائية. يتم افتراض عوامل الكربون الكامن في مرحلة التنفيذ ومرحلة الاستخدام ومرحلة التفكيك / الهدم في قواعد بيانات المواد وفقًا للاستخدام النموذجي للمادة أو بالإشارة إلى إعلان المنتج البيئي EPD إذا كان متوفراً.

الخطوة ٥: إجمالي الكربون الكامن

إيجاد إجمالي الكربون الكامن المرتبط بكل مادة على مدار دورة حياة المادة.

الكربون الكامن لكل مادة =

١ الكربون الكامن لكل مادة في مرحلة الإنتاج (الخطوة ٢)

+

٢ الكربون الكامن المرتبط بنقل كل مادة (الخطوة ٣)

+

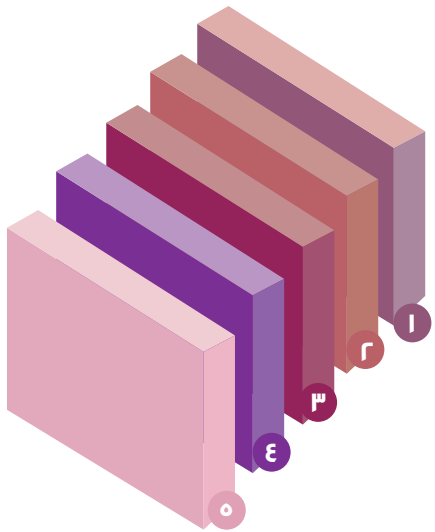
٣ الكربون الكامن المرتبط بمرحلة التنفيذ لكل مادة (الخطوة ٤)

+

٤ الكربون الكامن المرتبط بمرحلة الاستخدام لكل مادة (الخطوة ٤)

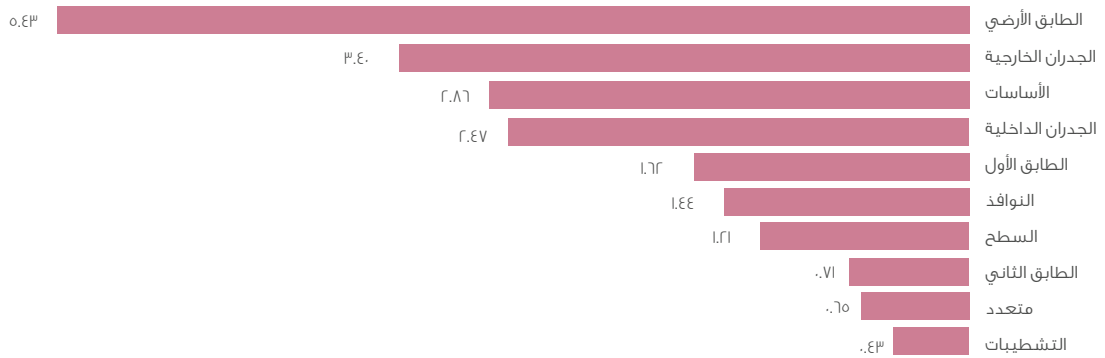
+

٥ الكربون الكامن المرتبط بمرحلة التفكيك / الهدم لكل مادة (الخطوة ٤)



إجمالي الكربون المتجسد المرتبط بالجدار الخارجي = $\sum$ الكربون الكامن لكل مادة.

يتم عرض قيم الكربون الكامن لجميع المواد المستخدمة في تنفيذ المباني كما هو موضح في الشكل ٤٣:

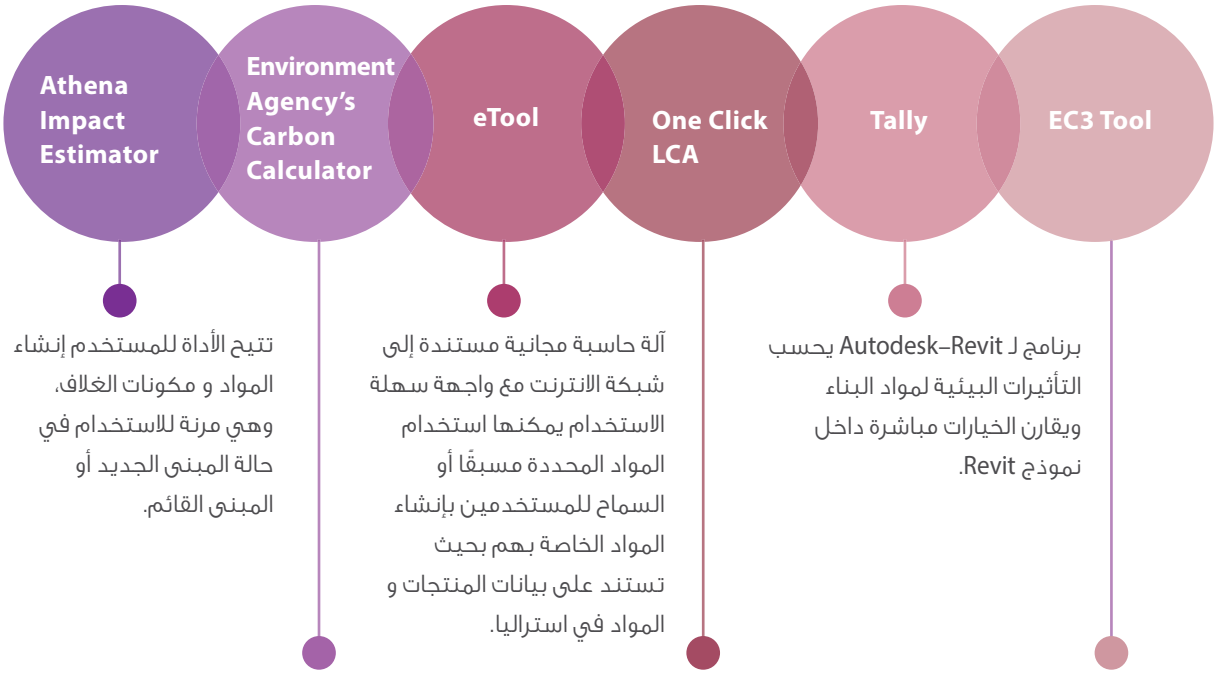


الشكل ٤٣: نتائج تقييم الكربون الكامن لمنزل ذو كفاءة عالية «PassivHaus». [٣٧].

حساب انبعاثات الكربون الكامن باستخدام برامج تقييم دورة حياة المبنى– LCA Tools

توفر برامج تقييم دورة الحياة مجموعة واسعة من قواعد بيانات المواد المستخدمة في البيئة المبنية. تستخدم البرامج مجموعة بيانات مخصصة محليًا أو معترف بها دوليًا لعوامل تحويل الكربون الكامن المرتبطة بكل مادة لدورة الحياة الكاملة للمادة. تستخدم البرامج أيضًا الاعلانات البيئية للمنتج EPDs، إن وجدت، لتخصيص افتراضات البيانات. فعلى سبيل المثال، تكون قيمة معامل الكربون الكامن لمادة مزودة بإعلان المنتج البيئي مختلفة عن نفس المادة غير المزودة بإعلان المنتج البيئي والتي يستخدم لها الافتراضات العامة من قاعدة البيانات. كما يقوم المستخدمون بتزويد الكميات ومسافات النقل لكل مادة ليتم حساب قيمة الكربون المكافئ المرتبطة بها.

فيما يلي بعض برامج تقييم دورة حياة المبنى LCA Tools الشائعة:



استراتيجية التعويض:

يتم إنشاء العديد من طرق تعويض الكربون في جميع أنحاء العالم. تالياً المصادر الأكثر قابلية للتطبيق في الأردن للقطاع السكني:

إنتاج الطاقة المتجددة

يتم استخدام مصادر الطاقة المتجددة لتعويض استهلاك طاقة المباني وانبعاثات الكربون.

يعتمد حساب تعويض الكربون من مصادر الطاقة المتجددة على عدة عوامل:

١. نوع تكنولوجيا الطاقة المتجددة.

٢. نوع الطاقة المولدة.

٣. حجم محطة الطاقة المتجددة.

٤. كفاءة تكنولوجيا الطاقة المتجددة.

٥. مكان التثبيت.

٦. الظروف المناخية الخاصة.

يتم إجراء حسابات تعويض الكربون من مصادر الطاقة المتجددة بالرجوع إلى البيانات التقنية للمصنعين للتكنولوجيا بالتعاون مع مهندس تصميم الطاقة المتجددة.

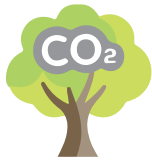
على سبيل المثال،

(وهناك بعض الأرقام التي تظهر وفورات أعلى في كثافة الكربون.)

من ناحية أخرى ، توفر توربينات الرياح الصغيرة الحجم من ٠,٠٠٨ إلى ٠,٠٢٠ كغ من ثاني أكسيد الكربون المكافئ ($KgCO_2e$) سنويًا لكل كيلوواط ساعة. و قد يرتفع هذا الرقم إلى ٠,٤٥ كغ من ثاني أكسيد الكربون المكافئ ($KgCO_2e$) سنويًا في التوربينات الكبيرة الحجم التي تقع في مناطق ذات سرعة رياح عالية.

زراعة الأشجار

تنشئ بعض البلدان مشاريع تحريج أو إعادة تشجير. يتم التحقق منها من قبل جهة خارجية مصدق عليها من أجل ضمان استراتيجية تعويض الكربون بطريقة صديقة للبيئة.



يمكن للشجرة التخلص من
٤٨ كغ من ثاني أكسيد الكربون المكافئ سنويًا.
وبذلك يمكن لشجرة واحدة التخلص من ٤٨٠٠ كغ من ثاني أكسيد الكربون المكافئ ($KgCO_2e$)
على فرض أن عمر المبنى ١٠٠ سنة؛

تؤخذ الأشجار فقط لغايات الحسابات ولا يتم احتساب الشجيرات والأعشاب.

انبعاثات الكربون من استهلاك الطاقة المنزلية:

يمكن حساب انبعاثات الكربون من استهلاك الطاقة لجميع أنواع الطاقة ثم إضافة ناتج إجمالي انبعاثات الكربون إلى انبعاثات الكربون من المواد. وبالتالي ، يتم تطبيق استراتيجية تعويض الكربون على كل من مصادر انبعاثات الكربون في المبنى؛ والكربون الناتج من الطاقة المستهلكة و الكربون الكامن من المواد.

يوضح الجدول رقم (٤) أدناه انبعاثات الكربون المرتبطة بأنواع الطاقة المنزلية المختلفة.

الجدول ٤: انبعاثات الكربون المرتبطة بأنواع الطاقة المنزلية المختلفة.

نوع الطاقة	الوحدة	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئ سنويًا ($KgCO_2e$)
الكهرباء	كيلواط	٠,٤٥٤
الغاز الطبيعي	م^3	١,٩٢
الزيت	لتر	٢,٧٦
الغازولين	لتر	٢,٢٨
الديزل	لتر	٢,٧٦
غاز البترول المسال	كغ	١,٥

إن معاملات تحويل انبعاثات الكربون تختلف باختلاف الموقع، وبناءً عليه فإن العوامل المحددة في هذا الجدول تخص عمان – الأردن. من خلال تطبيق عوامل التحويل هذه على المثال نفسه في القسم الأول: المباني متعادلة الطاقة NetZero Energy Building، نحصل على انبعاثات الكربون التالية:

الجدول ٥: انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئ المصاحبة للاستهلاك سنويًا $KgCO_2e$.

نوع الطاقة واستهلاكها	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئ المصاحبة للاستهلاك سنويًا ($KgCO_2e$)
الكهرباء = ٨ ميغاواط ساعة	٣٦٣٢
الديزل = ٢ م^3	٥٥٢٠
غاز البترول المسال = ٧٥ كغ	١١٢,٥
إجمالي انبعاثات الكربون المصاحبة للاستهلاك سنويًا ($KgCO_2e$)	٩٢٦٤,٥

إن انبعاثات الكربون البالغة ٩٢٦٤,٥ كغ من ثاني أكسيد الكربون المكافئ ($KgCO_2e$) سنويًا

إلا أن هذه النتيجة تستبعد انبعاثات الطاقة من المصدر إلى الموقع التي يتم حسابها باستخدام أدوات تقييم دورة الحياة بالتوازي مع تقييم انبعاثات الكربون للمواد.

من الجدير بالذكر، أن البيانات المرتبطة بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري الأخرى فيها هامش من الخطأ. إن إيجاد القيم الخاصة بكل بلد لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون وغازات الاحتباس الحراري المرتبطة باحتراق الوقود سيزيد من دقة هذه التقديرات.

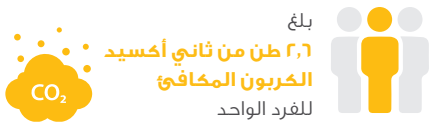
الحواجز والتدابير التخفيفية

للمباني المتعادّلة

تؤثر المباني والأنشطة البشرية على البيئة من خلال استهلاك الموارد الطبيعية المختلفة وإنتاج الانبعاثات الكربونية غير المرغوب بها.

حسب احصاءات عام ٢٠١٧ في الاردن،

فإن معدل الانبعاثات الكربونية الناتجة من احتراق الوقود فقط

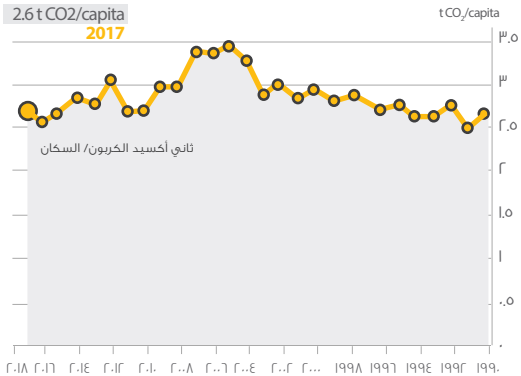


كما هو موضح في الشكل (٤٤). [٤]

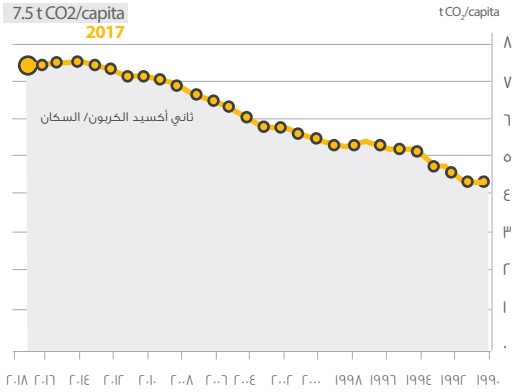
كما أن

معدل الانبعاثات الكربونية

خلال الفترة المعروضة تراوح بين ٢,٥ و ٣,٢ طن من ثاني اكسيد الكربون المكافئ للفرد ويعتبر قيمة ثابتة نسبياً ومنخفضة مقارنةً بمعدلاتها في دول الشرق الاوسط كما هو موضح في الشكل (٤٥). [٢٧]



الشكل ٤٤: معدل الانبعاثات الكربونية للفرد (CO_2e / Capita) في الاردن من احتراق الوقود فقط [٤].



الشكل ٤٥: معدل الانبعاثات الكربونية للفرد (CO_2e / Capita) في دول الشرق الأوسط من احتراق الوقود فقط [٢٧].

يعود سبب انخفاض نصيب الفرد الأردني من الانبعاثات الكربونية مقارنة بدول الشرق الأوسط إلى الزيادة الكبيرة في عدد السكان بعد الأزمة السورية ، حيث يعيش معظم اللاجئين في مخيمات ذات انبعاثات كربونية ضئيلة مقارنة بالانبعاثات من المباني في المدن الكبيرة مثل عمان وإربد والزرقاء. تعتبر هذه المدن هي الأكثر اكتظاظاً بالسكان في الاردن وتتركز فيها الانبعاثات الكربونية مما يزيد من ضرورة الحد من الانبعاثات الناتجة من المباني السكنية للأغراض الموضحة في الفصلين ١ و ٢.

يسلط هذا الفصل الضوء على أبرز الحواجز التي تحول دون تحقيق المباني المتعادلة في الاردن– بالتحديد للمباني السكنية ؛ وأفضل التدابير التخفيفية المرتبطة بتلك الحواجز. يليها توجيهات لتنفيذ و تشغيل المباني المتعادلة ستساعد في التغلب على الحواجز المرتبطة بهاتين المرحلتين. وأخيرًا، سنستعرض البرامج الدولية والوطنية التي تساهم في تحقيق المباني المتعادلة.

١. الحواجز نحو تحقيق المباني المتعادلة

إن أبرز الحواجز التي تحول دون تحقيق و تطوير المباني المتعادلة في الاردن تنشأ من أخطاء في مرحلة التنفيذ و بعض السلوكيات غير الصحيحة أثناء تشغيل المبنى.

يمكن تصنيف الحواجز والمعيقات التي تحول دون تحقيق المباني المتعادلة في الأردن ، وتحديداً للقطاع السكني ، إلى ثلاث فئات:

الحواجز الاجتماعية

الحواجز التشريعية

الحواجز الفنية

الحواجز الاجتماعية

الاعتقاد الخاطئ بأن تحقيق المباني متعادلة الطاقة يعتمد على استخدام الطاقة المتجددة لتعويض استهلاك الطاقة دون النظر بتطبيق استراتيجيات كفاءة الطاقة.

يـؤدي ذلـك إلـى زيـادة فـي التكلفـة نتيجـة لتكاليـف تركيـب أنظمـة الطاقـة المتجـددة. يجـدر بالذكـر أن اسـتراتيجيات كفـاءة الطاقـة لهـا فوائـد متعـددة فبالإضافـة للترشـيد فـي اسـتهلاك الطاقـة فهـي أيضـاً تزيـد مـن الراحـة الحراريـة والصوتيـة و الضوئيـة.

٢ | الاعتقـاد الخاطـئ أن المبانـي المتعادلـة تتطلـب مـدة أطـول فـي التصميـم والتنفيـذ وأنهـا عاليـة التكلفـة مقارنـة بمثيلاتهـا مـن المبانـي الصديقـة للبيئـة.

٣ | علـى الرغـم مـن أن معظـم تدابيـر الكفـاءة ميسـورة التكلفـة، إلا أن تدابيـر الطاقـة المتجـددة مكلفـة وليسـت محفـزة.

٤ | قـد يواجـه المسـتأجرون الراغبـون فـي تطبيـق نهـج المبانـي المتعادلـة عائقًـا عنـدمـا لا يكـون مالـك المبنـى علـى درايـة بمزايـا المبانـي المتعادلـة.

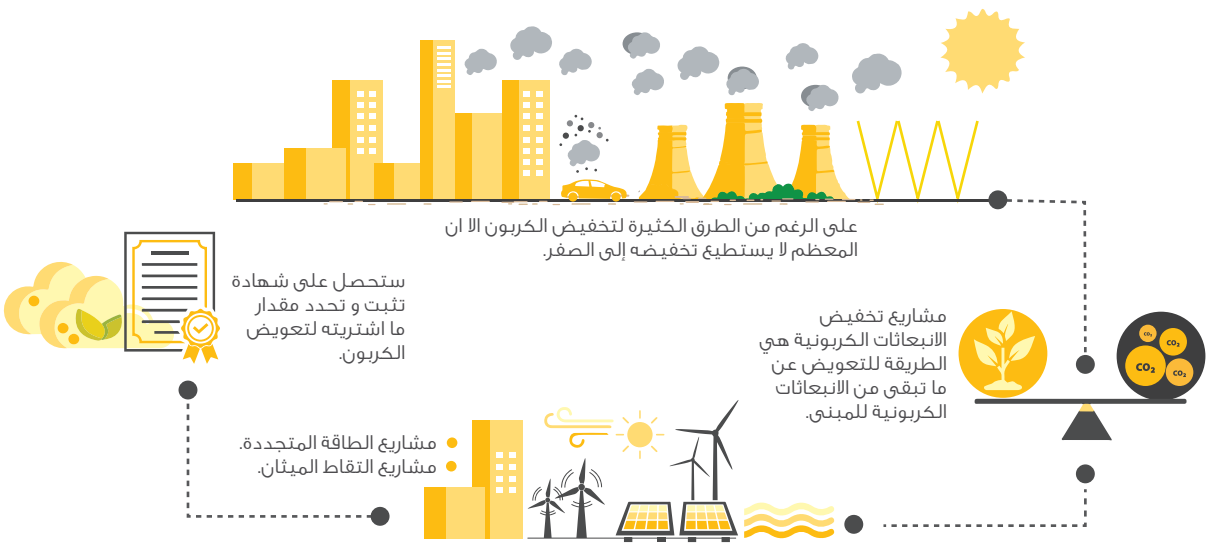
الحواجز التشريعية

١ | **عـدم وجـود مرجعيـة وطنيـة** تشـمل تعليمـات فنيـة حـول طـرق تصميـم وتنفيـذ مبانـي متعادلـة الطاقـة ومتعادلـة الكربـون فـي الأردن. علـى سـبيل المثـال، فـإن نسـب تحويـل الطاقـة مـن طاقـة الموقـع إلـى طاقـة المصـدر لأنـواع الطاقـة المختلفـة هـي نسـب متغيـرة مـن دولـة إلـى اخـرى، وكذلـك الحـال لنسـب التحويـل للكربـون الكامـن لمـواد البنـاء لـذا يجـب حسـاب واعتمـاد قيـم النسـب الخاصـة بـالأردن. إضافـة إلـى ذلـك، فإنـه مـن الضـروري تطويـر الاعلانـات البيئيـة لمنتجـات مـواد البنـاء (EPD) التـي يمكـن اسـتخدامها عنـد بنـاء مبانـي متعادلـة فـي الأردن .

٢ | توفـر كـودات كفـاءة الطاقـة الأردنيـة تعليمـات صارمـة لكفـاءة الطاقـة فـي المبانـي. ومـع ذلـك، فـإن هـذه **الكـودات ليسـت إلزاميـة للمبانـي السـكنية** التـي يبلـغ إجمالـي مسـاحتها المبنيـة أقـل مـن خمسـة أضعـاف مسـاحة السـطح.

وبالتالـي، فـإن معظـم المباني السـكنية الحالية لا تنطبـق عليهـا المتطلبـات الأساسـية (الحـد الأدنـى) لكفـاءة الطاقـة، وبالتالـي فـإن إعـادة تأهيـل هـذه المبانـي لتصبـح مبانـي متعادلـة يصبـح أكثـر صعوبـة وأعلـى تكلفـة.

٣| عـدم توفـر البرامـج الوطنيـة الخاصـة بتعويـض الكربـون (Carbon Offset Programs)، حيث تُعنى هذه البرامج ببيع شهادات الطاقة المتجددة وشهادات تعويض الكربون لأصحاب المباني. إن شهادات الطاقة المتجددة وشهادات تعويض الكربون هي أمثلة لطرق تعويض الكربون. حيث تمثل شهادة الطاقة المتجددة المنافع البيئية لتوليد (١) ميجاواط. ساعة من الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة. فعند شراء صاحب المبنى شهادات الطاقة المتجددة فإنه يتم توليد ما يعادلها من الطاقة المتجددة. و كذلك الأمر بالنسبة لشهادات تعويض الكربون حيث تعادل كل شهادة انخفاضاً في الانبعاثات الكربونية بمقدار (١) طن مكافئ. يوضح الشكل (٤٦) مفهوم شهادات الطاقة المتجددة وشهادات تعويض الكربون.[٥٩]



الشكل ٤٦: مفهوم شهادات الطاقة المتجددة وشهادات تعويض الكربون [٥٩].

الحواجز الفنية

١ | قد **تؤدي ممارسات البناء والتشغيل غير الصحيحة** إلى استهلاك الكثير من الطاقة والمياه وزيادة الانبعاثات الكربونية الكامنة زيادة على التقديرات التي تم حسابها في مرحلة التصميم.

٢ | **التقديرات غير الدقيقة لاستهلاك الطاقة والمياه** وكميات المواد في مرحلة التصميم قد تؤدي إلى فروقات كبيرة بين حسابات التصميم والاستهلاك الفعلي.

٣ | **قلة المهارات والخبرة** لدى العاملين في مجال الابنية المتعادلة، وينتج عن ذلك زيادة تكاليف العمالة لهذه المباني مقارنة بالمباني التقليدية.

٢. التدابير التخفيفية لتحقيق المباني المتعادلة

ان الخطوة الاولى في تحقيق المباني المتعادلة تكمن في التغلب على الحواجز وايجاد حلول و تدابير تخفيفية حتى تتحول ممارسات البناء إلى المباني المتعادلة على المستوى الوطني.

تالياً بعض التدابير التخفيفية والحلول للحواجز التي تحول دون تحقيق المباني المتعادلة:

التدابير التخفيفية للحواجز الاجتماعية

١ **تطوير برامج تحسين الكودات** وكذلك البرامج التطوعية التي تشجع وتدعم المباني المتعادلة.

٢ **تكريس دراسات وجهود بحثية** لتطوير المراجع الوطنية في مجالات الطاقة والمواد والتي تحتوي على عوامل تحويل للطاقة الكامنة وانبعاثات الكربون الكامن.

٣ **تطوير البرامج التعليمية والتوعوية** المصممة خصيصاً لنشر مفهوم المباني المتعادلة وكيفية تحقيقها والفوائد الناجمة عنها.

٤ **زيادة الحوافز الحكومية لتقنيات الطاقة المتجددة** وغيرها من المنتجات / التقنيات منخفضة الكربون وذات الكفاءة.

التدابير التخفيفية للحواجز التشريعية

١ **الشروع في البرامج الوطنية لتعويض الكربون** والتي تشمل مشاريع الطاقة المتجددة ومشاريع التحريج/ إعادة التحريج.

٢ **التعاون بين السلطات** والوزارات ذات العلاقة في مجال البناء وفي القطاعات البيئية لاستحداث سياسات تشجع تنفيذ المباني المتعادلة. وتشمل هذه الوزارات والسلطات: وزارة البيئة ووزارة الأشغال العامة والإسكان ووزارة المياه والزراعة ووزارة الطاقة والثروة المعدنية، بالإضافة إلى المؤسسة الأردنية للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (JREEEF) وشركة الكهرباء الوطنية (NEDCO) ونقابتي المقاولين والمهندسين الأردنيين (JEA).

٣ **إشراك المهندسين والمقاولين في صنع السياسات المتعلقة بالمباني المتعادلة** مما سيسمح لهم بعكس خبرتهم في مجالات تصميم وبناء المباني المتعادلة.

٤ **استحداث الحوافز** لتشجيع أصحاب المباني على تبني إجراءات وتطبيقات المباني المتعادلة.

التدابير التخفيفية للحواجز الفنية

١ **تطوير نماذج لمواصفات قوية قابلة للتطبيق على المستوى الوطني** تشمل مواد البناء و الأنظمة التي يشيع استخدامها في المباني المتعادلة.

٢

إنشاء قاعدة بيانات لأحدث التقنيات وأكثر الأنظمة كفاءة في استخدام الطاقة ولمواد البناء ذات انبعاثات الكربون المنخفضة. يجب أن تتضمن قاعدة البيانات أيضًا على مقارنات التكلفة، والسلبيات، والإيجابيات، وتوافر هذه المنتجات والتقنيات في السوق الوطنية، بالإضافة إلى ذكر أفضل الممارسات وأبرز الاخطاء في تصميم وبناء المباني المتعادلة. ويمكن تطوير قاعدة البيانات في صفحة الكترونية واحدة مع تحديثها باستمرار.

٣

جمع البيانات من مالكي و قاطني المباني المتعادلة لتقييم أداء مبانيهم من خلال قياس كثافة استخدام الطاقة (EUI) والإبلاغ عنها؛ وهي قيمة استهلاك الطاقة السنوي للمبنى نسبةً إلى مساحته. يستخدم معيار كثافة استخدام الطاقة (EUI) كمرجع لتقييم كفاءة الطاقة للمبنى في موقع معين ويساعد في وضع معيار للمباني المتعادلة.

٤

للتخفيف من أخطاء التنفيذ، يجب على المقاول اتباع المواصفات وتوجيهات التصميم. أما للتخفيف من أخطاء المرحلة التشغيلية، يجب اتباع أدلة التشغيل والأدلة الإرشادية. تشرح الكتيبات الإرشادية والتوجيهية كيفية عمل المبنى كنظام كامل، وكيفية تشغيل وصيانة الأنظمة داخله. إن تزويد أصحاب المنازل بدليل إرشادي لتشغيل أنظمة المبنى من شأنه أن يزيد من فهمهم لأفضل الممارسات التي تحافظ على الأنظمة في أفضل حالاتها وتقلل من صيانتها وتبديلها.

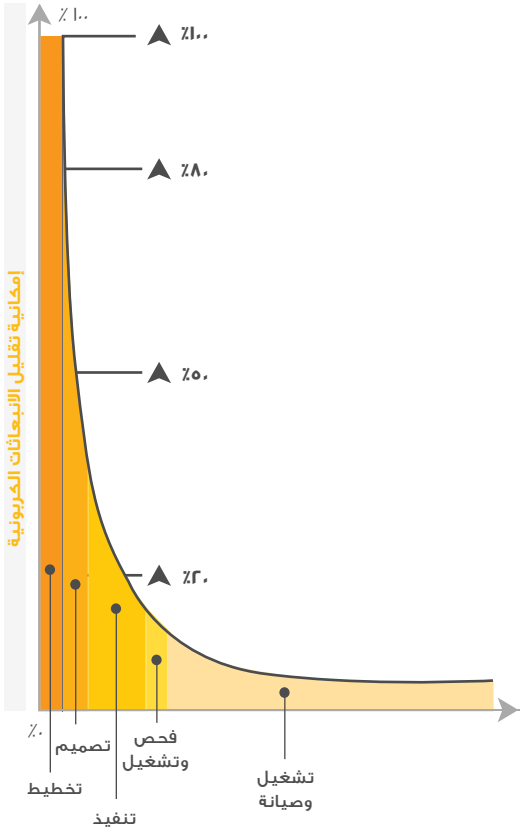
٣. توجيهات لتشغيل وتنفيذ المباني المتعادلة

كما ذكر في الجزء الأول من هذا الفصل، فإن بعض حواجز تحقيق المباني المتعادلة تحدث في مراحل التنفيذ والتشغيل. لذلك فإن أخذ الإجراءات الوقائية في الاعتبار وتحسين جودة التنفيذ يساعد في التغلب على هذه الحواجز.

تالياً، أبرز توجيهات التنفيذ والتركيب للمقاولين لضمان جودة تنفيذ المباني المتعادلة:

أ. توجيهات مرحلة التنفيذ

إن إمكانية تقليل انبعاثات الكربون في مرحلة التنفيذ مرتفعة بشكل كبير مقارنة بإمكانية الحد منها في مرحلة التشغيل. يوضح الشكل (٤٧) أن إمكانية تقليل انبعاثات الكربون في مرحلة التخطيط والتصميم ترتفع إلى ٣٠٪، بينما في مرحلة التنفيذ تبلغ حوالي ١٨٪ مقارنة بحوالي ٥٪ فقط في مرحلة تشغيل المبنى.



الشكل ٤٧: إمكانية الحد من الكربون الكامن في مراحل مختلفة من مشروع البناء [٦٠].

إنَّ تدابير كفاءة الموارد المعروضة في الفصل الثاني من هذا الدليل تؤدي إلى توفير الطاقة و زيادة راحة القانطين في المبنى كما تساعد في مكافحة الاحتباس الحراري. لذلك ، فإن الاتباع الصحيح لتدابير كفاءة الموارد كما هو مخطط لها في مرحلة التصميم سيزيد من امكانية تقليل الانبعاثات الكربونية.

تتناول التوجيهات التالية ابرز الارشادات للمقاولين لاتباعها في مرحلة التنفيذ لضمان بناء المبنى على النحو المصمم له:

١ عمل قائمة تدقيق

لمتطلبات المباني المتعادلة وإرشادات التنفيذ و التركيب.

على سبيل المثال ،
يمكن أن يؤدي **التزويد غير الصحيح**
لمستوى المبرد في مكيفات الهواء المركزية
إلى تقليل الكفاءة بنسبة ٥-٢٠٪

ويمكن أن يتسبب في نهاية المطاف إلى الخراب المبكر في مكونات النظام ، مما يستدعي تصليحات مكلفة. تشير التقديرات إلى أن ٦٠٪ من مكيفات الهواء المركزية يتم شحنها بشكل غير صحيح أثناء التركيب. [٦١]

٢ اتباع المواصفات الخاصة

بغلاف المبنى والأنظمة الميكانيكية والكهربائية للتأكد من تلبية جميع المتطلبات.

٣ اتباع تفاصيل التصميم

للتركيب السليم للعزل. يمكن إجراء اختبار تسريب الهواء للتأكد من أن غلاف المبنى محكم، ويمكن إجراؤه باستخدام أداة تشخيصية تقيس إحكام الهواء داخل المبنى عند نقاط التسرب المحتملة مثل النوافذ وإطارات الأبواب.

يمكن أن يوفر إحكام وعزل
غلاف المبنى **١٠ ٪** من فواتير
الطاقة السنوية. [٦١]

٤ الامتثال لأحكام كودات البناء الوطنية ذات الصلة

للحصول على أفضل الممارسات لتركيب المعدات.

يمكن أن يقلل التركيب غير الصحيح لأنظمة التدفئة و التكييف و التهوية (HVAC) **من كفاءة النظام** بنسبة تصل إلى ٣٠٪. [٦١]

٥ إحكام مجاري الهواء في أنظمة التدفئة و التكييف والتهوية (HVAC)

و التي تستخدم لتوزيع الهواء في جميع أنحاء المبنى.

حيث **يُقدر أن ٢٠٪ من الهواء** الذي يتحرك عبر نظام مجاري الهواء **يفقد بسبب التسربات والثقوب** والمجاري ضعيفة الاتصال.

نتيجة لذلك، تُفقَد الحرارة أو البرودة التي تُنتجها المعدات، وبالتالي يتم استهلاك المزيد من الطاقة، وزيادة قيمة فواتير الطاقة وتقليل مستويات الراحة الحرارية، بغض النظر عن درجة حرارة التحكم. [٦١]

٦ حماية المواد

المخزنة والراكبة في الموقع من أضرار الرطوبة والحفاظ عليها نظيفة.

٧ التحقق من حسابات التصميم

وتحسين اختيارات المواد من خلال اقتراح مواد إنشاء بديلة ذات بصمة كربونية أقل (إن أمكن).

٨ إجراء برامج تدريبية

لفريق المقاول والأطراف الأخرى ذات العلاقة في تنفيذ المبنى. إن وجود القوى العاملة الماهرة سيقلل من تكلفة تنفيذ المباني المتعادلة.

٩ التحقق من تثبيت كل الأنظمة

وفقاً لإجراءات وتعليمات الشركة المصنعة من خلال إجراءات الفحص والتشغيل. و من الأفضل أن يتم ذلك من قبل جهة متخصصة بهذه الاجراءات ومستقلة.

١٠ إصدار إرشادات تشغيل المباني

بعد تركيب جميع الأنظمة – أي في نهاية مرحلة التنفيذ وقبل الإشغال؛ لمساعدة مستخدمي المبنى على تشغيل الأنظمة بدقة والحفاظ عليها.

الفحص والتشغيل (Commissioning):

الفحص والتشغيل هو مجموعة من الاجراءات تهدف إلى التحقق من تثبيت الأنظمة المتعلقة بالطاقة في المشروع ومعايرتها وتشغيلها وفقًا لمتطلبات المالك وحسب أسس التصميم ووثائق العطاء.

يمكن تنفيذ إجراءات الفحص والتشغيل من قبل فريق المقاول، أو من قبل طرف ثالث مستقل. ويتم تنفيذ إجراءات الفحص والتشغيل قبل إشغال المبنى، وبعد تثبيت كل نظام. ومن الأفضل إشراك فريق الفحص والتشغيل في مراحل مبكرة من المشروع أي من مرحلة التصميم (و ذلك لمراجعة التصميم في نهاية المرحلة و قبل تقديم العطاءات (للتأكد من أنها تلبي متطلبات الفحص والتشغيل لجميع الأنظمة الخاضعة للفحص) و لمراجعة وثائق الفحص والتشغيل (للتأكد من أنها مدرجة في وثائق المناقصة قبل طرح العطاء).

يجب تنفيذ إجراءات الفحص والتشغيل للأنظمة التالية على الأقل:

أنظمة التحكم بالإنارة و الإنارة النهارية

أنظمة التحكم المرتبطة بنظام (HVAC)

أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC)

أنظمة تسخين المياه

غلاف المبنى

أنظمة التشغيل الآلي للمبنى

أنظمة معالجة المياه

أنظمة الطاقة المتجددة

تعتبر عملية الفحص والتشغيل مهمة أيضاً لأنها تزيد من مسؤولية المقاول باتباع التعليمات للتركيب الصحيح للنظام وفقًا لمتطلبات المالك والتصميم والمواصفات. لهذا السبب، فإن إشراك طرف ثالث في إجراءات الفحص والتشغيل سيزيد من نزاهة العملية.

كما سيتضمن الفحص والتشغيل تلبية متطلبات كفاءة الطاقة و تحقيق فوائده المرجوة.

علاوة على ما ذُكِرَ، فإنَّ اهمية الفحص والتشغيل في المباني المتعادلة خاصة، يأتي بالمنافع التالية:

تحقيق وفورات الطاقة المتوقعة في مرحلة التصميم

تقليل صيانة الأنظمة وتبديلها

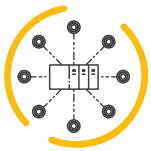
خفض تكاليف التشغيل

توثيق أفضل لمراحل البناء

زيادة راحة مستخدمي المبنى ورفاهيتهم

ب. توجيهات مرحلة التشغيل

يبدأ دور مستخدمي المبنى في تحقيق أهداف المبنى المتعادل منذ بداية مرحلة التشغيل. تتناول الإرشادات التالية المحاور الرئيسية لمستخدمي المبنى المتعادل والتي تضمن عمل المبنى على النحو الذي تم تصميمه وإنشاؤه وفقاً له:



برمجة منظم الحرارة وأنظمة التحكم الأخرى لتشغيل وإيقاف تشغيل الأنظمة في أوقات محددة. ويمكن استخدام أنظمة التشغيل الآلي للمبنى لتسهيل إدارة الأنظمة الأخرى، على عكس التحكم اليدوي الذي ينتج عادةً عن استهلاك أعلى في الطاقة.

جمع وتوثيق جميع فواتير الطاقة والمياه، بالإضافة إلى قراءات عدادات الكهرباء والحرارة والمياه وغيرها من العدادات الفرعية (إن وجدت). كما يمكن لاستخدام مسجلات البيانات (Data Logger) أن يسهّل عملية جمع وحفظ البيانات وهي خاصية مرفقة مع العدادات الحديثة. وتستخدم قراءات الطاقة والمياه للتحقق من أن الاستهلاك لا يتجاوز القراءات الاعتيادية للمبنى، مما يشير إلى وجود عطل أو تسريب في أحد أنظمة المبنى أو في شبكة المياه مما يتطلب الصيانة. ويتم استخدام القراءات أيضًا للتأكد من أن المبنى يحقق حالة التوازن كمبنى متعادل. كما سيرد مفصلاً في جزء القياس والتحقق من هذا القسم.

اتباع تعليمات الشركة المصنعة والكتيبات التشغيلية للأنظمة للحصول على أفضل ممارسات الصيانة.

تركيب عدادات فرعية لقياس استهلاك الطاقة على مستوى النظام، بالإضافة إلى العدادات الرئيسية للكهرباء والمياه. تساعد العدادات الفرعية على تحديد العطل في النظام منفرداً مما يسهل الصيانة.

التأكد من إجراءات الصيانة المستمرة لأنظمة الطاقة المتجددة وتنظيف الالواح الشمسية لضمان عمل النظام بأقصى قدر من الكفاءة. على سبيل المثال، تتراوح كفاءة الألواح الشمسية الكهروضوئية بين ١٠-٢٠٪ وفقًا لنوع اللوحة (أحادية أو متعددة البلورات) والتكنولوجيا المستخدمة من قبل الشركة المصنعة أيضًا، يمكن العثور على الألواح بمواصفات مختلفة لنفس الشركة المصنعة وتقل كفاءة اللوحات عندما تكون اللوحات غير نظيفة كما تتناقص سنويًا بنسبة مئوية موصوفة في ورقة بيانات الشركة المصنعة. تؤخذ عوامل الكفاءة والتناقص في الاعتبار عند تصميم المحطة الكهروضوئية.

إجراء مهام القياس والتحقق لأنظمة الطاقة والمياه الرئيسية بعد ١٢ شهرًا من تشغيل المبنى.

القياس والتحقق (Measurement and Verification):

القياس والتحقق (M&V) هي عملية التخطيط والقياس وجمع وتحليل البيانات لغرض التحقق من توفير الطاقة والمياه داخل المبنى الناتج عن تنفيذ تدابير كفاءة الطاقة والمياه.

يُستخدم (M&V) أدوات القياس وفواتير المبنى لتحديد التوفير الفعلي للطاقة والمياه في المبنى. تبرز أهمية (M&V) كأفضل استراتيجية لضمان أن المبنى على المسار الصحيح كمبنى متعادل حيث يتم تنفيذ (M&V) للمبنى من قبل مهندسي إدارة الطاقة ، وفقًا لمراجع القياس والتحقق مثل البروتوكول الدولي لقياس الأداء و التحقق (IPMVP).

إنَّ المعادلة الأساسية في القياس و التحقق (M&V) هي:

توفير الطاقة\المياه =

استهلاك الطاقة\الماء في الحالة الأساسية للمبنى **-** استهلاك الطاقة / المياه بعد تطبيق إجراءات كفاءة الطاقة وكفاءة المياه بعد ١٢ شهر من التشغيل

إن الحالة الاساسية للمباني الجديدة

هي قيمة استهلاك الطاقة والمياه

المتوقعة و الناتجة من برمجيات نمذجة الطاقة و تقديرات استهلاك المياه.

أما في المباني القائمة

فإن الحالة الاساسية للمبنى هي قيمة استهلاكه

من المياه و الطاقة في الاثني عشر شهرا التي سبقت إعادة تأهيله.

و في حال كشفت عملية القياس و التحقق عدم تحقيق التوفير المتوقع في الطاقة يتم اتخاذ اجراءات تصحيحية.

٤. تكلفة
المباني المتعادلة

قامت دراسات دولية قليلة بحساب التكلفة الإضافية (إجمالي التكلفة بسبب النفقات الإضافية) لإنشاء المباني المتعادلة. تختلف التكلفة وفقًا لعوامل متعددة مثل الظروف المناخية وموقع المبنى ونوع المبنى ونوع المجتمع (ريفي / حضري) وتوافر الحوافز الحكومية والحسومات. يتم مقارنة مقدار التوفير مع الحالة الأساسية وهي حالة المبنى التقليدي الذي تم تصميمه و تنفيذه وفقًا للحد الأدنى من معايير البناء في منطقة الدراسة (حالة البناء المعتادة).

دراسة ١

في إحدى الدراسات في الولايات المتحدة،

تراوحت التكلفة الإضافية
للمباني التجارية
المتعادلة الطاقة

مقارنةً بكودات البناء القياسية في الولايات المتحدة بين

٠ – ١٥٪ مع فترة استرداد تتراوح بين ٥–١٠ سنوات

بتوفير في الطاقة يتراوح بين ٢٠٪–٥٠٪. [٦٢]

دراسة ٢

كشفت دراسة أخرى أجريت على منازل مستقلة في أربع ولايات أمريكية في عام ٢٠١٨ أن

٦,٧ – ٨,١ ٪
مقارنة بالبناء التقليدي (حسب قوانين البناء في الولايات المتحدة).

و تشير الدراسة ايضاً إلى

أن نسبة الزيادة في التكلفة الاضافية للمبنى ستتراوح

بين **٣,١ – ٥,٥٪** في عام ٢٠٣٠،
أي أقل من نسبة الزيادة في عام ٢٠١٨.

و سبب توقع انخفاض نسبة الزيادة في التكلفة الاضافية للمبنى هو الانخفاض في تكاليف الأنظمة المتجددة و ارتفاع كفاءات المعدات المستخدمة في أنظمة المبنى نتيجة التطور التكنولوجي في هذه الأنظمة. [٦٣]

دراسة ٣

وفي دراسة ثالثة أُجريت في بريطانيا عام ٢٠١٨، تتراوح قيمة التكاليف الاضافية لكل من المباني السكنية و غير السكنية بين ٥–٧٪

أما التكاليف الإضافية **للمباني السكنية بالتحديد**

فهي

تتراوح بين
٧٪ –
١١٪. [٦٤]

أما على الصعيد المحلي، هناك حاجة إلى دراسات تكاليف إنشاء المباني المتعادلة والتكاليف التشغيلية لها بالإضافة إلى دراسة عائدها الاستثماري في مختلف المناطق في الاردن كونها إحدى ممارسات البناء المُستدام. وتشمل الرؤية أيضاً تطوير المعايير والتشريعات الوطنية لتحقيق المباني المتعادلة.

٥. البرامج الدولية نحو تحقيق المباني المتعادلة

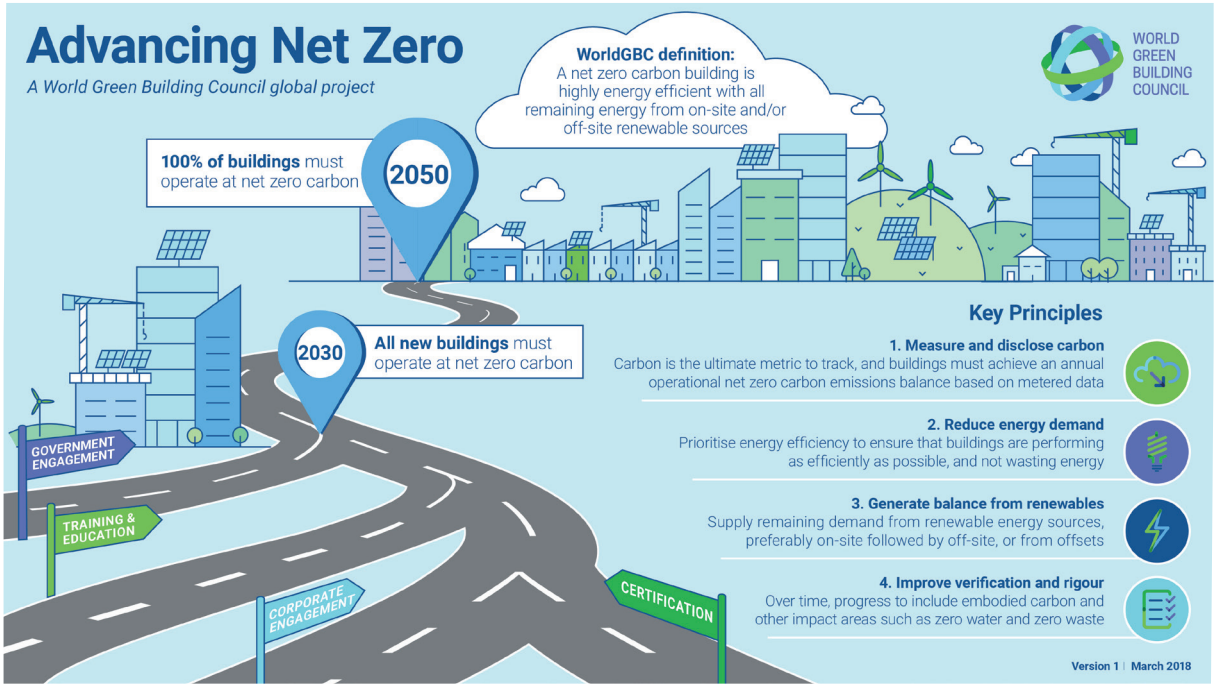
كرَّست الكثير من البرامج الدولية جهدها لتنفيذ وتطوير وتحليل آثار المباني المتعادلة. و قد وُضِعت النظم التقييمية و الشهادات التي تؤكد تحقيق المبنى لأهداف المباني المتعادلة.

من البرامج والشهادات الأكثر انتشارًا ما يلي:

المجلس العالمي للمباني الخضراء – مشروع تطوير المباني المتعادلة

تم إطلاق مشروع تطوير المباني المتعادلة في عام ٢٠١٥ ضمن حملة عالمية لتسريع تحويل جميع المباني إلى متعادلة كربونياً بحلول عام ٢٠٥٠ من خلال مجالس المباني الخضراء من ١٥ دولة حول العالم.

تعمل مجالس المباني الخضراء على تطوير آليات ومبادرات لتسهيل التحول الشامل للسوق باتجاه ممارسة المباني المتعادلة، وتقود الشركات والمجتمعات الحكومية. تضمن مجالس المباني الخضراء التوافق مع مبادئ المشروع الأربعة الرئيسية والموضحة في الشكل (٤٨).



الشكل (٤٨): تعريف المباني المتعادلة و اهم مبادئها حسب مشروع تطوير المباني المتعادلة. [٦٥]

أهداف مشروع تطوير المباني المتعادلة هي:

زيادة الوعي والتعليم حول اهمية وإمكانية تحقيق المباني المتعادلة.

تحقيق التوافق بين مجالس المباني الخضراء لطرق و شهادات تأهيل و اعتماد المباني المتعادلة.

تعجيل الاستيعاب في الأسواق العالمية من خلال تبادل الأمثلة لأسواق ريادية في المباني المتعادلة. [٦٥]

نظام الريادة في تصميم الطاقة و البيئة\ نظام الصفر- (LEED Zero)

(LEED Zero) هو مستوى جديد من نظام اعتماد المباني الخضراء الذي يكمل نظام تصنيف LEED و الذي يقيم تحقيق أهداف المباني المتعادلة. حيث قام المجلس الامريكي للأبنية الخضراء (USGBC) بتطوير LEED Zero المفتوح لجميع مشاريع LEED المعتمدة بموجب أنظمة تصنيف تصميم المباني والإنشاءات (BD + C) أو تصنيف التشغيل والصيانة (O + M) أو تلك المشاريع المسجلة للحصول على شهادة التشغيل و الصيانة (LEED O + M). يمكن أن تكمل المشاريع شهادة LEED التي حصلت عليها مسبقاً أو التي يمكن ان تحصل عليها بعد التسجيل في(LEED O +M) بشهادة أو أكثر من شهادات LEED Zero التالية:

- نظام صفري الكربون LEED Zero Carbon
- نظام صفري المياه LEED Zero Water
- نظام صفري الطاقة LEED Zero Energy
- نظام صفري المخلفات LEED Zero Waste

يمكن لمشروع واحد الحصول على شهادة LEED Zero أو أكثر. [٦٦]

المعهد الدولي لحياة المستقبل معايير صفرية الطاقة والكربون

المعهد الدولي لحياة المستقبل (ILFI) هو مؤسسة أوجدت مجموعة من أنظمة التقييم و الاعتماد مثل شهادة تحدي بناء المعيشة (LBC)، شهادة البتلة (PETAL)، شهادة المعيشة (Living)، شهادة البناء الأخضر الأساسية (CORE) بالإضافة إلى معايير شهادات صفرية الطاقة و الكربون.

تعتمد شهادة صفرية الطاقة Zero Energy على الأداء الفعلي وليس النموذجي، و التي تُقاس خلال فترة ١٢ شهرًا بعد تشغيل المبنى.

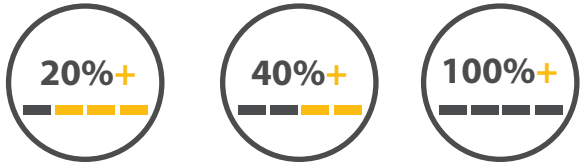
تُعرَفُ شهادة صفرية الطاقة Zero Energy Certification في جميع أنحاء العالم بأنها من أعلى التطلعات في متطلبات أداء الطاقة في البيئة المبنية. حيث تم ايجاد هذا النظام لتثبيت المشاريع صفرية الطاقة أداءً متقدماً في توفير الطاقة ويشترط وجود طرف ثالث لتقييم أداء الطاقة و إثبات أهلية المبنى للشهادة. [٦٧]

أما شهادة صفرية الكربون فهي تتطلب تعويض كامل للطاقة التشغيلية المستهلكة في المبنى بالإضافة إلى الانبعاثات الكربونية الكامنة المرتبطة بالمشروع. ويجب أن تثبت المشاريع التي تسعى للحصول على شهادة صفرية الكربون Zero Carbon الأداء الفعلي للمبنى خلال فترة ١٢ شهرًا من التشغيل. [٦٧]

شهادة EDGE Zero

EDGE ويعني المثالية في التقييم لكفاءة أعلى، هو تطبيق على شبكة الانترنت، ومعيار، ونظام اعتماد للمباني الخضراء. يعتبر EDGE ابتكارا للمؤسسة المالية الدولية(IFC) والتي تخلق تقاطعات بين المطورين ومالكي المباني والحكومات وأصحاب المنازل لتعميق الفهم الذي يحظى به الجميع ماليًا من خلال البناء الأخضر.

يركز معيار EDGE على كفاءة الطاقة والمياه والطاقة الكامنة في المواد. يجب أن تحقق المشاريع الحد الأدنى من التوفير بنسبة ٢٠٪ في الطاقة والمياه والطاقة الكامنة للمواد من أجل التأهل للحصول على هذه الشهادة. انظر الشكل (٤٩).



الشكل ٤٩: مستويات EDGE.

يتم تحقيق شهادة صفرية الكربون (Zero Carbon) من EDGE من خلال تحقيق توفير بنسبة ٢٠٪ على الأقل في المياه والمواد، و ٤٠٪ على الأقل من توفير الطاقة أي المستوى المتقدم EDGE Advanced. في حين أن الطاقة المتجددة و / أو استراتيجيات تعويض الكربون تعوض ١٠٠٪ من الطاقة المتبقية.

و لإثبات تعادل المبنى
يجب أن يَحصل **المبنى الجديد** على شهادة EDGE Advanced
بنسبة إشغال ٧٥٪
ثم يتم إثبات التعويض في الطاقة او الكربون لمدة ١٢ شهرًا على الأقل. [٦٨]

٦. البرامج الوطنية
نحو تحقيق المباني المتعادلة

على الرغم من عدم وجود برامج تساهم في تحقيق المباني المتعادلة في الأردن ، إلا أن هناك بعض المبادرات بالإضافة إلى برامج وسياسات كفاءة الطاقة التي تعد المرجع الأساسي عند تنفيذ المباني المتعادلة وفيما يلي بعض الأمثلة:

المجلس الأردني للأبنية الخضراء

JORDAN GBC
المجلس الأردني للأبنية الخضراء
Jordan Green Building Council

منظمة غير ربحية وغير حكومية تقدم برامج تدريب معتمدة دوليًا وبخبرة عالمية كما انه شبكة إقليمية ودولية.

يعتبر المجلس أحد الكيانات الرائدة التي تهدف لجعل المباني الخضراء حقيقة واسعة في الأردن. يقدم المجلس الممارسات والمفاهيم الخضراء من خلال مبادراته وفريقه التطوعي.

والمجلس الاردني هو الثاني في المنطقة العربية الذي ينضم إلى مشروع «تطوير المباني المتعادلة» التي أطلقه المجلس العالمي للأبنية الخضراء. تعمل لجنة من الأعضاء المتطوعين على تطوير مفهوم المباني المتعادلة في الأردن و سُبُل تنفيذها وفقًا لإطار المشروع ومبادئه الرئيسية. [٦٩]

الصندوق الأردني للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (JREEEF)

JREEEF
Jordan Renewable Energy & Energy Efficiency Fund
صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة
MINISTRY OF ENERGY AND MINERAL RESOURCES
وزارة الطاقة والثروة المعدنية

تأسس الصندوق لتلبية احتياجات المملكة للاستثمار في مختلف مصادر الطاقة المتجددة في قطاعات متعددة مثل السكنية والتعليمية (المدارس) والصحة (المستشفيات) وكذلك الخاصة والعامة والصناعية والخدمات. تساهم أهداف JREEEF في الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة (SDGs) وهي الطاقة النظيفة. **نفذ الصندوق JREEEF العديد من البرامج والمشاريع لتحقيق الأهداف الاستراتيجية. وشمل القطاعات المختلفة، مثل:**

الأسر

من خلال برنامج توزيع المصابيح الموفرة للطاقة LED، برنامج تسخين المياه، وبرنامج تركيب النظام الكهروضوئي كلها موجهة نحو الأسر. تطلب تنفيذ برنامج مصابيح LED من أصحاب المنازل استبدال مصابيح الإضاءة التقليدية من منازلهم بمصابيح LED الموفرة للطاقة المقدمة من JREEEF.

يقدم أصحاب المنازل طلبًا

لتثبيت أنظمة تسخين المياه بالطاقة الشمسية (SWH)

والأنظمة الكهروضوئية

للحصول على منحة تصل إلى ٥٠٪

من تكلفة النظام.

تشمل خيارات التمويل الأخرى تقديم قروض مصرفية لتثبيت هذه الأنظمة لأصحاب المنازل. ويتم تقديم قروض التمويل من خلال ١٠ بنوك تجارية قام الصندوق بتوقيع عقود معها.

كما يُطلق **الصندوق** حملات توعية عامة من خلال وسائل التواصل الاجتماعي. ولديه شركاء من جمعيات الأعمال والمنظمات غير الحكومية والقطاع الخاص التي تدعم برامجه بما في ذلك برامج التدريب وبناء القدرات. [٧٠]

الجمعية العلمية الملكية (RSS)

الجَمعيّة العِلميّة المَلكيّة
Royal Scientific Society

و هي أكبر مؤسسة بحثية تطبيقية واستشارية ومقدم خدمات دعم فني في الأردن. و تعتبر شركة إقليمية رائدة في مجال العلوم والتكنولوجيا باستخدام البحوث العلمية والهندسية الممتازة لدعم التنمية الاقتصادية والتقدم الاجتماعي. [٧١]

تقدم الجمعية العلمية الملكية خدمات الاختبار التحليلي للقطاعين الخاص والعام كما تقدم الاستشارات الوطنية والإقليمية من خلال مجموعة فريدة من الخبراء المختلفين بالإضافة إلى خدمات التدريب وإصدار الشهادات وتنفيذ مشاريع خاصة للنمو الوطني والتنمية الدولية.

نشرت الجمعية بالتعاون مع المجلس الوطني للمباني دليل المباني الخضراء في الأردن في عام ٢٠١٢. يعتبر الدليل هو الأول من نوعه في الأردن، ويقدم معايير تصميم و تنفيذ المباني الخضراء. يتم إصدار الشهادات على أساس خمسة مستويات للشهادة (من المستوى الأعلى ؛ أ ، ب ، ج ، د ، مستوى الاعتماد).

تـم تقسـيم الدليـل إلـى سـتة أبـواب تهـدف إلى معالجـة التأثيـر الكلـي للمبنـى علـى البيئـة،

هذه الفئات هي:

كفاءة المياه

استدامة الموقع

إدارة المباني الخضراء

المواد والموارد

البيئة الداخلية الصحية

كفاءة الطاقة

تنقسم المعايير في كل فئة إلى ثلاثة مستويات:

المتطلبـات الالزامية (MR): المتطلبات المستخرجة مـن قوانيـن البنـاء الوطنية الأردنيـة والمتعلقة بالهدف الأساسـي للمعيـار مـن منظـور البنـاء الأخضـر حيـث أن تطبيـق المتطلبـات الإلزاميـة لا يكافئ أي نقـاط.

المتطلبـات الإجباريـة (OR): وهـي المتطلبـات التـي لـم يتـم ذكرهـا فـي قوانيـن البنـاء الوطنيـة الأردنيـة كمتطلبـات الحـد الأدنـى الإلزامـي، ولكنهـا ضروريـة لممارسـة البنـاء الأخضـر. لذلـك ، تعتبر هـذه المتطلبات إلزاميـة للمبنـى لمتابعـة شـهادة المبانـي الخضـراء، ويتـم مكافأتهـا بالنقـاط عنـد تحقيقهـا. وفـي حـال تحقيـق جميـع المتطلبـات الإلزاميـة والإجباريـة يحصـل المبنـى علـى مسـتوى الشـهادة.

المتطلبـات الاختياريـة (VR): المتطلبـات الإضافيـة فـي تصميـم ومواصفـات البنـاء، و المرتبطـة بنقـاط المكافـآت. [٧٢]

أمانة عمان الكبرى (GAM)

في عام ٢٠١٥ ، وضعت أمانة عمان الكبرى استراتيجية الاستدامة لهدفين رئيسيين:

- تخطيط وتنظيم وتطوير مدينة تنمو بفاعلية وتحقق متطلبات التنمية المستدامة.
- ضمان تطبيق معايير التنمية المستدامة و الاستفادة من الطاقة المتجددة.

تم تنفيذ هذين الهدفين في الإجراءات التالية:

حوافز لمواطني عمان:

شاركت أمانة عمان في إنتاج دليل البناء الأخضر الأردني مع الجمعية العلمية الملكية والمجلس الوطني الأردني. بالإضافة إلى ذلك ، قدمت أمانة عمان الكبرى حوافز للمباني الخضراء المعتمدة. تختلف الحوافز وفقًا لمستوى شهادة المباني الخضراء وتشمل:

١. تقسيط رسوم التنظيم لمدة أقصاها ٦ سنوات.
٢. تقييم وثائق العطاء والموافقات من خلال خدمة المكان الواحد.
٣. تركيب الألواح الكهروضوئية على أسطح المباني ومظلات وقوف السيارات دون أي رسوم.
٤. يسمح لمالك المبنى النسبة الطابقية في المبنى عن طريق زيادة نسبة مساحة المبنى بنسبة مئوية تصل إلى ٢٥٪ تختلف حسب مستوى الشهادة الخضراء للمبنى.

نفذت أمانة عمان مشاريع الطاقة الشمسية لتعويض استهلاك الكهرباء في:

مباني الأمانة ومسرح الحسين وقاعة المدينة ومبنى المقر الرئيسي ، بالإضافة إلى أضواء الشوارع لهذه المباني. وقد تم تنفيذ المشروع على ثلاث مراحل خلال السنوات (٢٠١٥-٢٠١٧) ، وشمل تركيب الألواح الكهروضوئية على أسقف المباني و تحويل الطاقة الكهربائية الناتجة من محطات توليد الطاقة المتجددة- ٢٠ ميجاوات. بالإضافة إلى ذلك ، أدخلت أمانة عمان متطلبات جديدة لزيادة كفاءة الطاقة والمياه في مباني عمان، مثل استحداث قانون إلزامية تنفيذ خزانات المياه لجمع مياه الأمطار في جميع المباني الحكومية والتجارية الجديدة.

الخاتمة

يعتبر توقيع الأردن على اتفاقية باريس في عام ٢٠١٥ خطوة مهمة نحو التخفيف من آثار التغيرات المناخية، وقد جعلت أهداف الاتفاقية المباني المتعادلة أحد الحلول لتقليل التغيرات المناخية. ويعد القطاع السكني عنصراً رئيسيًا في تحقيق المباني المتعادلة نظراً لكونه يضم العدد الأكبر من المباني في الأردن. ولذلك كان القطاع السكني وتحديداً المباني ميسورة التكلفة هي محور الاهتمام في هذا الكتيب.

يتضمن هذا الكتيب ثلاثة فصول، يقدم الفصل الأول مفهوم المباني المتعادلة مدعومة ببعض الإحصاءات المحلية والإقليمية والدولية. أما الفصل الثاني فيوضح طرق تنفيذ المباني المتعادلة عبر ثلاثة مسارات: المباني المتعادلة الطاقة، المباني المتعادلة المياه، والمباني المتعادلة الكربون. ويسلط الفصل الثالث الضوء على المعوقات والحواجز التي تحول دون تحقيق المباني المتعادلة والاجراءات التخفيفية المطلوبة للتغلب عليها، ويليه أخيراً تقديم البرامج الدولية والوطنية التي تهدف لتحقيق المباني المتعادلة.

تعمل المباني المتعادلة على تحسين جودة الهواء الداخلي للمباني حيث يقضي قاطني المباني أكثر من ٩٠٪ من أوقاتهم داخلها، كما أنها تحافظ على الطاقة والمياه والمواد، وتساعد الاجراءات التي تحقق تعادل المبنى في إطالة عمر المبنى.

بشكل عام، يمكن تحقيق المباني المتعادلة من خلال إحدى المسارات الثلاثة المذكورة آنفاً إلا أن المباني المتعادلة الطاقة هي الأكثر انتشاراً بين هذه المسارات في جميع أنحاء العالم، كما أنها الأكثر قابلية للتطبيق في القطاع السكني في الأردن نظرًا لأن معظم تدابير كفاءة الطاقة ميسورة التكلفة. ومن ناحية أخرى فإن طرق توليد الطاقة من الطاقة

الشمسية هي أقل تدابير التعويض تكلفة في السوق المحلية بسبب التطور السريع في تكنولوجيا الطاقة الشمسية، ووجود التسهيلات الحكومية لتوريدها إلى السوق المحلية، بالإضافة لبعض التسهيلات المالية مثل الأقساط المقدمة من الموردين ودعم السعر المقدم من صندوق JREEEF.

وبالنظر إلى المستقبل، يمكن أن تصبح المباني المتعادلة المياه، والمباني المتعادلة الكربون ميسور التكلفة ويسهل تحقيقهما من خلال زيادة الوعي لدى عامة الناس وتدريب المحترفين والعاملين في قطاع البناء، وخفض تكاليف المواد منخفضة الانبعاثات الكربونية في السوق المحلية ، ودعم تكنولوجيا معالجة المياه ، واستدامة البحث واجراء التحسينات اللازمة على الكودات، واستحداث برامج التعويض على المستوى الوطني مثل زراعة الغابات ومحطات التوليد من الطاقة المتجددة. إن تطوير استراتيجيات لتشجيع الناس على الاستثمار في المباني المتعادلة يقلل من الطلب على الطاقة والمياه على نطاق واسع.

على المستوى المالي، هناك عدد قليل من الدراسات المالية التي تقيِّم الآثار المترتبة على تكلفة تنفيذ المباني المتعادلة محلياً. والواقع أن هذه الدراسات تساعد صانعي القرار على استحداث تسهيلات مالية وكما تساعد المورّدين لاستيراد مواد المباني المتعادلة.

وأخيراً، تتطلب زيادة تنفيذ المباني المتعادلة تعاونًا كبيراً بين الحكومة والمجتمع المحلي، حيث يوصى بوضع خطط توعية بالإضافة إلى برامج تحفيزية لتشجيع أصحاب المباني على تشييد مبانيهم أو إعادة تأهيلها لتصبح متعادلة.

المراجع:

1. United Nations Framework Convention on Climate Change, (2020). The Paris Agreement. Internet page available at: https://www.unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement (Accessed 01/ 4/ 2020)
2. International Energy Agency, (2018). Global Alliance for Buildings and Construction, Global Status Report.
3. Ministry of Energy and Mineral Resources, (2018). Annual Report, Jordan.
4. International Energy Agency, Data and Statistics, Jordan CO2 emissions, Internet page available at: https://www.iea.org/data-and-statistics?country=JORDAN&fuel=CO2%20emissions&indicator=TotCO2 (Accessed in 30/ 4/ 2020)
5. International Energy Agency, (2020). Global Energy Review: The Impacts of the Covid-19 Crisis on Global Energy Demand and CO2 Emissions.
6. Evans, Simon. (2020). "Analysis: Coronavirus set to cause largest ever annual fall in CO2 emissions", Carbon Brief, Internet page available at: https://www.carbonbrief.org/analysis-coronavirus-set-to-cause-largest-ever-annual-fall-in-co2-emissions (Accessed in 30/4/ 2020).
7. Myllyvirta, Lauri. (2020). "Analysis: Coronavirus has temporarily reduced China's CO2 emissions by a quarter", Carbon Brief, Internet page available at: https://www.carbonbrief.org/analysis-coronavirus-has-temporarily-reduced-chinas-co2-emissions-by-a-quarter (Accessed in 30/3/2020)
8. Zhang, R., Zhang, Y., Lin, H., Feng, X., Fu, T. M., & Wang, Y. (2020). NOx Emission Reduction and Recovery during COVID-19 in East China. Atmosphere, 11(4), 433.
9. New Buildings Institute, (2015). ZNE Communications Toolkit.
10. Committee on Climate Change, (2019). Net Zero Technical Report, UK. Available at: https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2019/05/Net-Zero-Technical-report-CCC.pdf. (Accessed 24/9/2020)
11. World Health Organization, (2020). Global Health Observatory: Air Pollution. Internet page, Available at: https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1 (Accessed 02/5/2020)
12. Park, J. S., & Yoon, C. H. (2011). The effects of outdoor air supply rate on work performance during 8-h work period. Indoor Air, 21(4), 284-290.
13. New Buildings Institute, (2019). Zero Energy Project Trackers.
14. Smart Energy, (2019). Global net zero energy homes market to record 28% growth. Available at: https://www.smart-energy.com/industry-sectors/energy-grid-management/global-net-zero-energy-homes-market-record-28-growth/ (Accessed on 06/ 5/ 2020)
15. Torcellini, P., Pless, S., Deru, M., & Crawley, D. (2006). Zero energy buildings: a critical look at the definition (No. NREL/CP-550-39833). National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States).
16. Energy Star Portfolio Manager, Technical Reference, Source Energy. Available at: https://www.energystar.gov/buildings/tools-and-resources/portfolio-manager-technical-reference-source-energy (Accessed on 30/ 5/ 2020)
17. Intergovernmental Panel on Climate Change, (2019). Synthesis report.
18. International Energy Agency, (2019). Global Energy & CO2 Status Report, The latest trends in energy and emissions in 2018, Flagship report.
19. International Energy Agency, (2019). World Energy Outlook 2019, Flagship report
20. Ministry of Energy and Mineral Resources (2007). Jordan National Energy Strategy 2007 – 2020
21. Ministry of Energy and Mineral Resources, (2019). Energy– Facts and Figures. Jordan
22. World Nuclear Association, (2019). Nuclear Power in Jordan. Available at: https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/jordan.aspx (Accessed 30/ 9/ 2020)
23. International Energy Agency, (2017). Water – Energy Nexus report, Technology Report.
24. Our World in Data, (2018). Water Use and Stress. Internet page, available at: https://ourworldindata.org/water-use-stress#renewable-freshwater-resources (Accessed 30/ 4/ 2020)
25. Ministry of Water and Irrigation, (2016). National water strategy of Jordan 2016 – 2025, Jordan.
26. International Energy Agency, Data Service, World carbon emissions. Available at: https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=CO2%20emissions&indicator=TotCO2 (Accessed 30/ 4/ 2020)
27. International Energy Agency, Data Service, Middle East carbon emissions. Available at: https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WEOMIDEAST&fuel=CO2%20emissions&indicator=TotCO2 (Accessed 30/ 4/ 2020)
28. Intergovernmental Panel on Climate Change, (2014). Fifth Assessment Report
29. Environmental management, Life cycle assessment, Principles and framework, (2016). ISO14040:2006.
30. EN, B. 15978: 2011, (2011) "Sustainability of Construction works-Assessment of environmental performance of buildings-Calculation method".
31. World Green Building Council, (2019). Bringing Embodied Carbon Upfront.
32. RICS, (2012). Methodology to calculate embodied carbon of materials, information paper, IP 32/2012. Coventry, UK.
33. GIZ, (2014). Country report on the solid waste management in Jordan.

34. Bragança, L., Vieira, S. M., & Andrade, J. B. (2014). Early stage design decisions: The way to achieve sustainable buildings at lower costs, the scientific world journal.
35. Kristinsson, Jon., and Dobblesteen, Andy., (2012). Integrated Sustainable Design.
36. ARUP, (2019). Five minute guide: Zero Net Energy and Carbon.
37. United States Green Building Council, (2009). LEED reference guide for building design and construction, V3 2009 Edition.
38. PBC Today, (2020). Retrofit off Buildings Crucial to Meet Net-Zero Targets. Internet page, available at: https://www.pbctoday.co.uk/news/energy-news/retrofitting-existing-buildings/71677/ (Accessed 02/ 6/ 2020)
39. RICS, (2020). Policy report: Retrofitting to decarbonize UK existing housing stock.
40. Al-Shouha, H., 2019, Guidelines for Green Affordable Homes, Amman: Jordan Green Building Council.
41. Shamout, S. and Al-Khuraissat, M. , (2018). Your guide to building envelope retrofits for optimizing energy efficiency and thermal comfort in Jordan, Jordan Green Building Council and Frederich-Ebert Stiftung.
42. Mujally, H., (2017). Your guide to green building in Jordan, Jordan Green Building Council and Frederich-Ebert Stiftung.
43. Nazer, H. (2019). Developing an energy benchmark for residential apartments in Amman, Jordan Green Building Council and Frederich-Ebert Stiftung
44. de Normalización, C. E. (2008). EN ISO 13790: Energy Performance of Buildings: Calculation of Energy Use for Space Heating and Cooling (ISO 13790: 2008). CEN.
45. Johansson, E., and Ouahrani, D. et. al.(2009). Climate conscious architecture and urban design in Jordan-towards energy efficient buildings and improved urban microclimate. Report, 12.
46. Internet image. Available at: https://books.openedition.org/ifpo/docannexe/image/4871/img-2.jpg (Accessed 30/ 4/ 2020)
47. Ministry of Public Works and Housing, (2010). Jordan Energy Efficiency Code.
48. Definition and Types of Thermal Bridges, (2020). Internet page, available at: https://www.insulationshop.co/definition_and_types_of_thermal_bridges.html (Accessed 15/ 6/ 2020)
49. Sanford, S., (2014). Energy Efficient Lighting, University of Wisconsin. Madison, USA.
50. Internet image. Available at: http://www.philippon-kalt.fr/ (Accessed 15/ 6/ 2020)
51. Bloemendal, M. (2018). The hidden side of cities: Methods for governance, planning and design for optimal use of subsurface space with ATES.
52. United States Green Building Council, (2019). LEED Zero Program Guide.
53. UNEP, I., & TNC, W. (2014). Green infrastructure: guide for water management.
54. Clement, Lou., El Paso Master Gardener. Why We Landscape with Native and Adaptive Plants. Internet page, available at: https://txmg.org/elpaso/learn/gardening-in-el-paso-articles/why-we-landscape-with-native-and-adaptive-plants/ (Accessed 02/ 7/ 2020)
55. King Hussein official website, Jordan wildlife and vegetation. Web page, available at: http://www.kinghussein.gov.jo/geo_env2.html#Fauna (Accessed 02/ 7/ 2020)
56. United States Green Building Council, (2013). LEED reference guide for building design and construction.
57. Manelius, Anne,. Vandkunsten Architects, (2017). New Practices for High-Level Reuse, Rebeauty Nordic Built Component Reuse.
58. Carbon Smart, Carbon impacts of steel. Available at: https://materialspalette.org/steel/ (Accessed in 02/ 7/ 2020)
59. Terrapass, Carbon Offsets Explained. Available at: https://www.terrapass.com/climate-change/carbon-offsets-explained (Accessed in 02/ 7/ 2020)
60. United Kingdom Green Building Council, (2019). Net Zero Carbon Buildings: A Framework Definition.
61. Energy Star, A Guide to Energy-Efficient Heating and Cooling. Available at: https://www.energystar.gov/products/tools_resources/a-guide-to-energy-efficient-heating-and-cooling-%28hvac-guide%29 (Accessed 02/ 7/ 2020)
62. Review Energy, Commercial NetZero Energy Buildings. Available at: https://Reviewenergy.com/commercial-NetZero-energy (Accessed 12/ 5/ 2020)
63. Petersen, A., Gartman, M., & Corvidae, J. (2019). Rocky Mountain Institute. The Economics of Zero-Energy Homes: Single-Family Insights.
64. Centre for Sustainable Energy, (2018). Cost of carbon reduction in new buildings.
65. World Green Building Council, (2020). Advancing Net Zero. Internet page, available at: https://www.worldgbc.org/advancing-net-zero (Accessed 20/ 7/ 2020)
66. United States Green Building Council, LEED Zero verifies net zero goals https://www.usgbc.org/programs/leed-zero (Accessed 20/ 7/ 2020)
67. International Living Future Institute, Zero Energy Certification. Internet page, available at: https://living-future.org/zero-energy/ (Accessed 20/ 7/ 2020)
68. EDGE Buildings. Internet page, available at: https://edgebuildings.com/certify/ (Accessed 20/ 7/ 2020)
69. Jordan Green Building Council. Internet page, available at: http://www.jordangbc.org/ (Accessed 20/ 7/ 2020)
70. Jordan Renewable Energy Development, (2017). Decentralized Renewable Energy Solutions in the MENA Conference, Egypt.
71. Royal Scientific Society. Internet page available at: https://www.rss.jo/ (Accessed 20/ 7/ 2020)
72. Awadallah, T., Habet, S., Mahasneh, A., and Adas, H., (2011). Royal Scientific Society and National Energy Research Center, Green building guideline of Jordan, Conference paper.
73. Greater Amman Municipality. Internet page, available at: https://www.ammancity.gov.jo/ar/gam/green.aspx (Accessed in 20/ 7/ 2020)

الأعضاء والخدمات

التصميم والإشراف

شركة دار الهندسة للتصميم والاستشارات الفنية
نوع العضوية – بلاتيني
الخدمات الأساسية:
التصميم والإشراف
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٩٠٣٠٦٠ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.dargroup.com

شركة اتحاد المستشارين للهندسة والبيئة
نوع العضوية – بلاتيني
الخدمات الأساسية:
التصميم والإشراف
معلومات الاتصال:
هاتف: ٤٦١٢٣٧٧ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.ccjo.com

Spacia Systems
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
التصميم والإشراف
معلومات الاتصال:
هاتف: ٧٧٧٨٨٢١٢ (٠٠٩٦٢)
الموقع الالكتروني: www.spacia.com.jo

الصخرة المشرفة–مهندسون مستشارون
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
التصميم والإشراف
معلومات الاتصال:
هاتف: ٤٢٠٠٢٠٤ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.hreo-c.com

المركز العربي للدراسات الهندسية
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
مجموعة متكاملة من الخدمات الهندسية المتخصصة والتي تشمل الهندسة الجيوتقنية، اختبار المواد، الهندسة البيئية، مسح الأراضي، والمسح البحري.
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٨١٠٩٤٠ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.aces-int.com

أداء لاستشارات التنمية المستدامة
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
التصميم والإشراف
معلومات الاتصال:
هاتف: ٠٧٩٧٢٤٣١٣٣
الموقع الالكتروني: www.adaaconsultants.com

صيام معماريون
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
شركة معمارية / هندسية
معلومات الاتصال:
هاتف: ٧٩٩٩٩٢٦٢٧ (٠٠٩٦٢)
الموقع الالكتروني: www.seyamarchitects.com

مينيرفا للدراسات والاستشارات الهندسية
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
التصميم والإشراف
معلومات الاتصال:
هاتف: ٧٩٦٥٦٦٦٦٩ (٠٠٩٦٢)
الموقع الالكتروني: www.minervaesc.com

ركن الهندسة
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
التصميم والإشراف
معلومات الاتصال:
هاتف: ٤٦٥٣٣٤٤ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.ruqn.com

مؤسسة أبو عاصي للمقاولات
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
التصميم والإشراف
معلومات الاتصال:
هاتف: ٧٩٥٥٢٢٣٢٨ (٠٠٩٦٢)
الموقع الالكتروني: www.facebook.com/AbuAssiContracting/

ستيرلينج لنمذجة معلومات المباني
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
تقديم مجموعة واسعة من الخدمات عن طريق نمذجة معلومات البناء من خلال العمل عبر القطاعات في جميع مراحل المشروع
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٥٢٣١٢٦ (٠٦)
الموقع الالكتروني:
www.sterlingbim.com

المستقبل للاستشارات الهندسية والبيئية
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
التصميم والإشراف
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٩٢٣٦٠٢ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.mostaqbal.jo

Inside Out Design
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
التصميم والإشراف
معلومات الاتصال:
هاتف: ٠٧٩٥٣٠٥٠٦
الموقع الالكتروني:
http://insideoutjo.com

خدمات الإنشاء ومواد البناء

شركة الإنشاءات الفنية العربية
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
التصميم والإشراف
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٦٧٣٤٢٤ (٠٦)

الشركة العربية الايطالية لصناعة المواد العازلة
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
الإنشاء
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٣٣٢١٤٥ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.aiwin-jo.com

المكعب للإنشاءات
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
الإنشاء
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٥٣٨٨٥٤ (٠٦)
الموقع الالكتروني:
www.mokaabconstructions.com

موردون

الشرق العربي لانظمة التحكم
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
الإنشاء
معلومات الاتصال:
هاتف: ٤٦٥١٥٢٤ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.satchnet.com

Hand Over Projects
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
رواد إنشاءات البنية الأرضية في مصر
معلومات الاتصال:
هاتف: ٠٠٢٠١٠٠٧١٧٩٠٨٩
الموقع الالكتروني:
www.handoverprojects.com

الطباع للتعاقدات
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
خدمات البناء والصيانة والتجديد
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٨١٨٠٠٠ (٠٦)
الموقع الالكتروني:
tabbaaconstructions.com

الشركة الاردنية لاتحاد المقاولين
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
خدمات الانشاء وتطوير المشاريع
معلومات الاتصال:
هاتف: ٤٦٥٨٤٠٣ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.ccc.net

أيلا للمواد الإنشائية الكيميائية
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
مواد إنشائية
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٣٣٨٨٩١ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.dcp-int.com

دهانات سايبس
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
دهانات
معلومات الاتصال:
هاتف: ٤٢٠١٢٩٢ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.sipes.net

المجموعة الفنية العربية
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية: منتجات ذات جودة عالية وحلول مبتكرة لأسواق التدفئة والتبريد والطاقة المتجددة.
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٥١٧٧١١ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.atgco.com

بترا للصناعات الهندسية
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
أدوات وأنظمة وأجهزة التدفئة والتبريد.
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٥٣١٥٠٨ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.petra-eng.com

عطا رباح – إيلاف الصناعية
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
نوافذ وأبواب وتقاطيع داخلية و أباجورات
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٤١ ١٢٢٢ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.atarabah.com

إسمنت القطرانة
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
مواد إنشائية
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٨٠٢٠٠٠ (٠٦)
الموقع الالكتروني:
www.qatranacement.com

خدمات الطاقة والحلول البيئية

الشاملة لحلول الطاقة والبيئة
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
استشارات الطاقة والبيئة
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٣٣ ٠٠٧٠ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.ecosol-int.com

الشركة المثالية للطاقة الشمسية– حنانيا للسخانات الشمسية
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
حلول الطاقة الشمسية المتكاملة
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٣٣٣٠٠٣ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.hanania.jo

الكفاءة لحلول الطاقة والبيئة
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
إدارة واستشارات الطاقة
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٨٥٠٧٧٠ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.eta-max.com

مجموعة عزت مرجي
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
حلول متكاملة للطاقة والمياه وغيرها
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٣٥٧٧٣٣ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.marji.jo

المشاريع الأوروبية الأردنية للحلول البيئية
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
الحلول البيئية والاستشارات والتدريب وورش العمل
معلومات الاتصال:
هاتف: ٠٧٩١٢١٩٠١٠
الموقع الالكتروني: www.joeco-jo.com

شركة التجمع الأردني للتقنيات العالية
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية: حلول الأتمتة للمنشآت والمباني التجارية، والحرائق وأنظمة الأمن في المباني التجارية، وخدمات البناء الأخرى.
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٥٢٧٧٧٨ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.ajbautomation.com

Building Doctor
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
فيزياء البناء الاختبار غير الضار
والتصوير الحراري وهواء البيئة الداخلية
معلومات الاتصال:
هاتف: ٠٠٩٧١٤٥٥١٧١٤٠
الموقع الالكتروني: www.buildingdoctor.ae

استشارات قانونية

Andersen Tax and Legal Jordan
نوع العضوية – ذهبي
الخدمات الأساسية:
استشارات قانونية
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٦٥٤٣٩٣ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.andersenTaxLegal.jo

مؤسسات تعليمية

جمعية الثقافة الإسلامية
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
التعليم الوطني والدولي
معلومات الاتصال:
هاتف: ٤٦٤١٣٣١ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.islamic-ec.edu.jo

مدرسة اليوبيل
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
التعليم الوطني والدولي
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٢٣٨٢٦١ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.jubilee.edu.jo

الخدمات المالية والتنمية الإقتصادية

بنك الاسكان للتجارة والتمويل
نوع العضوية – بلاتيني
الخدمات الأساسية:
الخدمات المالية المصرفية
معلومات الاتصال:
هاتف: ١٠١١ ٥٥٢ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.hbtf.com

نقل وخدمات لوجستية

شركة ارامكس انترناشونال
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
التوصيل السريع والخدمات اللوجستية
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٥١٥١١١ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.aramex.com

شركات التجارة والتجزئة

مجموعة ماجد الفطيم
نوع العضوية – بلاتيني
الخدمات الأساسية:
مراكز التسوق والمجمعات ومحلات التجزئة والترفيه
معلومات الاتصال:
دبي، الإمارات العربية المتحدة
الموقع الالكتروني: www.majidalfuttaim.com

دعاية وتسويق

جوردان لاند
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
دعاية وتسويق
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٥١١٦٨٠ (٠٦)
الموقع الالكتروني:
www.jordanland.net

صدى للتسويق وحلول الأعمال
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
تسويق وحلول الأعمال
معلومات الاتصال:
هاتف: ٠٧٩ ٩٠٨٨٩٩٦
الموقع الالكتروني: www.sadda.jo

التدقيق والمواصفات القياسية

المبدعون لخدمات منح الشهادات
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
تدقيق الشهادات
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٦٨٦٧٧١ (٠٦)
الموقع الالكتروني:
www.tuvaustria-jo.com

سمان وشركاه
نوع العضوية – بلاتيني
الخدمات الأساسية:
التدقيق والتاكيد
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٨١٦٠٣٣ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.bdo.com.jo

الجمعيات والمنظمات البيئية

الجمعية الملكية لحماية الطبيعة
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
منظمة غير ربحية تسعى للحفاظ على التنوع الحيوي في الأردن
معلومات الاتصال:
هاتف: ٥٣٣٧٩٣١ (٠٦)
الموقع الالكتروني: www.rscn.org.jo

SEEDS Platform Co.
نوع العضوية –فضي
الخدمات الأساسية:
مجتمع / منصة وشبكة ابتكار عبر الإنترنت تدعو إلى بيئة أكثر اخضرارًا
معلومات الاتصال:
هاتف: ٠٠٩٦٥٩٩٩١٢٩٣٠
الموقع الالكتروني: www.seedsplatform.com

لتشاركنا رحلتنا

تأسس المجلس الأردني للأبنية الخضراء في عام ٢٠٠٩، وهو من جمعيات المجتمع المدني والمنظمات غير الربحية المسجلة في وزارة التنمية. وحصل المجلس على وضع «عضو مؤسس» (Established Member) بعد اعتماده رسمياً في المجلس العالمي للأبنية الخضراء (World Green Building Council) في أبريل ٢٠١٢.

تتمثل مهمة المجلس في: الترويج والدعوة إلى تبني ممارسات الأبنية الخضراء في جميع مراحل عملية البناء، ليؤدي ذلك إلى جعل المباني الخضراء حقيقة واسعة الانتشار في الأردن. ومجلسنا هو جزء من شبكة عالمية تضم أكثر من ٧٤ مجالس عالمية تتوزع في جميع أنحاء العالم، وله سلطة تمثيل المجلس العالمي للمباني الخضراء (World Green Building Council) في المملكة الأردنية الهاشمية.

وقد أصبح المجلس الأردني للأبنية الخضراء نائب رئيس الشبكة الإقليمية لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (MENA). تطور مجلس الأبنية الخضراء الأردني ليصبح رائداً عالمياً في هذا المجال، وسيستمر في تطوره وخدمة المملكة وجعلها فخورة. واتضح أن هذا التمثيل يشكل فرصة عظيمة لتعزيز مكانة المملكة كرائدة في هذا المجال، ويمكن الآن للمجلس أن يساهم بشكل فعال في تطوير وتنفيذ ونشر سياسات الأبنية الخضراء على الصعيد العالمي.

لكي تصبح / تصبحين تصبح عضواً / عضوة أو متطوعا/متطوعة في مجلس الأبنية الخضراء في الأردن، كل ما عليك القيام به هو زيارة مكتبنا في مدينة عمان والتسجيل.

يقدم المجلس خدمات متعددة تضمن برامج تدريبية وجلسات توعية طوال العام بالإضافة للعديد من الخدمات الأخرى.

لذا إذا كنت فردا، أو مؤسسة مهنية، أو شركة ناشئة، أو شركة راسخة يرجى الحضور والانضمام إلى رحلتنا.

JORDAN GBC
المجلس الأردني للأبنية الخضراء
Jordan Green Building Council

المجلس الأردني للأبنية الخضراء هو منظمة متعددة القطاعات، غير ربحية وغير حكومية، مسجلة في وزارة التنمية الاجتماعية. وهي جزء من شبكة عالمية تتألف من أكثر من ٧٤ مجلس بناء أخضر في جميع أنحاء العالم، ولديه السلطة لتمثيل المجلس العالمي للأبنية الخضراء (WGBC) في المملكة الأردنية الهاشمية. وقد أصبح المجلس الأردني للأبنية الخضراء نائب رئيس الشبكة الإقليمية للشرق الأوسط وشمال إفريقيا (MENA). وقد تطوّر المجلس الأردني للأبنية الخضراء ليكون رائداً عالمياً في هذا المجال.

يلعب المجلس دور رئيسي في القطاع الأخضر حيث تتلخص مهامه في نشر الوعي و تعزيز دور البناء الأخضر وجميع الممارسات المرتبطة بالاستدامة و التوجه نحو نشر مفهوم البناء الأخضر في الأردن والمنطقة.

يعتمد المجلس على أربع أساسيات لتحقيق أهدافه: أولها و أهمها العضوية والتواصل، حيث يسعى المجلس لإيجاد أعضاء من القطاع الأخضر لتسليط الضوء على خدماتهم و منتجاتهم أو إجراءاتهم ذات الصلة بالاستدامة و القطاع البيئي، وذلك من خلال مشاركة خبراتهم و إمكانية تعزيز أفكارهم وتشبيكهم بالفرص المتاحة عبر منصة التواصل في المجلس.

ثانياً: الأكاديمية الخضراء و التي أوجدت لتعزيز الوعي العام عن البناء الأخضر، و طرق تطبيقه من خلال الدورات التدريبية و الورشات التوعوية المتخصصة في المملكة والمنطقة.

ثالثاً: النشاطات التوعوية و الفعاليات وذلك من خلال عقد فعاليات مختلفة و بحسب الشريحة المراد استهدافها لتلبية احتياجاتهم لنشر التوعية حول مفهوم الاستدامة والأبنية الخضراء. تستهدف هذه الفعاليات فئات مختلفة كطلاب المدارس والجامعات والمهندسين والمتخصصين والشركات من مجالات مختلفة في القطاع البيئي.

رابعاً: الأبحاث والإبداع، حيث يسعى المجلس الأردني إلى التطور الدائم من خلال استغلال فرص البحث وتبنّي مشاريع مبتكرة، كما ويسعى المجلس لإدماج أصحاب المصلحة من قطاعات متعددة.

@ JordanGBC
Jordan Green Building Council
+962 6 464 8225
www.JordanGBC.org

© ٢٠٢٠ جميع الحقوق محفوظة لدى المجلس الأردني للأبنية الخضراء.

رقم التصنيف الدولي ISBN:
978-9957-8751-1-4

رقم الإيداع: 2020/8/3097

المؤلف:
م. إيمان صباح

تصميم ورسومات:
رزان الشيخ

عمان، الأردن