Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol. 4
No. 2

# أنظمة توصيف المنتج البيئي و تأثيرها على الأداء الإقتصادي للمباني

د.م/ عمرو سليمان الجـوهري
مُدرس بقسم الهندسة المعمارية بالأكاديمية الحديثة – مصر – archgohary@gmail.com
د.م/ شيرين عمر خشبة
مُدرس بقسم الهندسة المعمارية بالكلية الكندية الدولية CIC – مصر – shereen_omar@cic-cairo.com

**مُلخص البحث:**

مادة البناء تُعد من العناصر المؤثرة على تطور النتاج المعماري في كل العصور , ومع زيادة تكلفة إنتاج الطاقة في السنوات الأخيرة بسبب الندرة وزيادة الطلب عليها وقلة التطبيقات التي تعتمد علي توظيف الطاقات المتجددة , أدي إلي إرتفاع **التكلفة الأولية للمبني** بسبب إرتفاع **تكلفة الطاقة المُدمجة الأولية** , والذي أدي بشكل مباشر إلي عزوف المصممين المعماريين والمستثمرين عن التطبيقات البيئية والمستدامة في صناعة المباني. وفي ظل التوجه العالمي لزيادة القيمة المضافة للمباني Added Value of Buildings عن طريق الإعتماد علي التطبيقات البيئية والمستدامة , و الضرورة المُلحة للدول النامية في الإستفادة من هذه التطبيقات لمواجهة التحديات الإقتصادية , وفي ظل محاولات الباحثين في المجال المعماري والمنظمات العالمية المعنية في كيفية تضمين البُعد الإقتصادي داخل أنظمة تقييم المباني البيئية والمستدامة , كانت فكرة البحث في **عمل دراسة لإمكانية تطبيق أنظمة توصيف المنتج البيئي Environmental Product Declarations (EPD) في تحسين اقتصاديات مواد البناء** , وهو توجه عالمي جديد يعمل بمثابة بطاقة تعريف تحمل مجموعة من المعلومات عن **مواد البناء والمنتجات** تُساعد في التعرف علي المادة بشكل يساعد علي تحسين كفاءة إستغلالها وذلك بهدف تنمية الوعي المعماري بشكل يساهم في سهولة إتخاذ القرارات التصميمية والتي تُراعي البعد الإقتصادي والبيئي معاً وتقليل العبء علي الموارد لتقليل التكلفة الأولية وتكلفة التشغيل والتخلص , وكذلك البدء في تكوين قاعدة بيانات Data base تحتوي علي توصيف واضح للمواد المحلية المصرية الشائع إستخدامها في صناعة عناصر المبنى المختلفة.

**الكلمات الدلالية:** أنظمة توصيف المنتج البيئي EPD – قاعدة تصنيف المنتجات PCRs – مواد البناء Building Materials – مراحل التكلفة – الطاقة المُدمجة – نظام تقييم المباني البيئية والمستدامة LEED – تقييم دورة حياة المواد LCA

**مقدمة**

تستهلك صناعة التشييد والبناء كميات كبيرة من المواد والتي تستهلك الكثير من الطاقة في مراحل الإستخراج والتصنيع والتغليف والنقل , ومع تطور العلاقة بين مادة البناء والطاقة في العمارة عبر العصور المختلفة من كونها أولية بسيطة وتطورت حتى أصبحت فائقة التعقيد في عصرنا الحديث , فكان لابد من إخضاع هذه المواد للتقييم والتوصيف كما أن اختيار المواد ذات الإستهلاك المرتفع في الطاقة فى مرحلة إنشاء المبنى يؤثر تأثيراً واضحاً فى تكلفة الإنشاء وخاصة بعد تضاعف تكلفة إنتاج الطاقة سواء من المصادر المتجددة أو الغير متجددة , ومن ثم فإن المنظمات الخاصة والمنظمات العامة تعطى الأولوية للمنتجات التي تقدم التحسينات البيئية أو التي تمتلك الشفافيه فيما يتعلق بالمعلومات البيئية للمنتج. وقد أدي ما سبق ذكره إلى ظهور 439 علامة وشهادة بيئية في 197 دوله ، أي ما يعادل 25 قطاعا صناعيا (1), و من ثم فهذا البحث يتناول إشكالية الدمج بين البُعد الإقتصادى والبُعد البيئى من خلال دراسة تأثير وإمكانية تطبيق أنظمة توصيف المنتج البيئى Environmental Product Declarations (EPD) على مواد البناء , و مادة البناء هى المكون الأساسي لأى مشروع والتى تؤثّر على عناصر تكلفة المبنى ,وهذا التوصيف من الأساليب التي تتميز بالشفافيه ومُعتَمده لتوضيح الأثر البيئي سواء سلباً او إيجاباً , سعيا لزيادة القيمة المضافة للمباني ,

وتسهيلا لعملية إختيار المنتج والمواد المناسبه مع طبيعه المشروع إلى جانب أنها تؤثر إيجابيا على قيمة المبنى الإقتصاديه.

**أهداف البحث والمنهجية**

يستهدف البحث تحقيق مجموعة من الأهداف (الرئيسية والثانوية) وكذلك إتبع المنهجين النظري والتحليلي لتحقيق أهداف البحث كما يلي:

**أهداف البحث**

يهدف البحث إلي تحويل عملية إنشاء المباني من كونها تقليدية إلي كونها مستدامة عن طريق تحقيق بعض الأهداف الثانوية مثل 1- رفع كفاءة مواد البناء لتحويلها من مجرد مواد تقليدية إلي مواد موصفة بيئياً وحاصلة أيضا علي شهادة التوصيف البيئيEPD . 2- الإستفادة من آليات التوصيف EPD في مساعدة المصمم المعماري في الإختيار الجيد لمواد البناء بشكل يحسن الأداء الإقتصادي والبيئي للمبني علي مدار دروة حياته. 3- تقليل الطاقة المدمجة الأولية لتحسين الأداء الإقتصادي لمواد البناء. 4- رفع الكفاءة الإقتصادية والبيئية للمباني وذلك برفع القيمة المضافة.

ومن هذا المنطلق يفترض البحث أن تنمية الوعي المعماري بمجموعة العناصر التي توصف المنتج البيئى Environmental Product Declarations (EPD) ووضعها في إطار التطبيق العملي يحسن من تكلفة المبنى وخاصة التكلفة الأولية للمبنى , ويحقق إستدامة الموارد البيئية والحد من الخلل في المنظومات البيئية.

**منهجية البحث**

إنتهج البحث المنهجين النظري والتحليلي لدراسة مراحل وعناصر إجراء توصيف المنتج البيئي EPD والتركيز علي إرتباط هذه العناصر بالمجال المعماري وعلاقه أنظمة توصيف المنتج البيئي بأنظمة تقييم دورة حياة المواد Life Cycle Assessment (LCA) وبأنظمة الريادة لتقييم المباني البيئية والمستدامة وخاصة الـ Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) كأهم آليات التقييم العالمية في مؤخرا والأوسع إنتشارا , و تحليل أثره على المشروعات ككل , للخروج بمجموعة من النتائج والتوصيات التي تشكل مدخلا للإستفادة من أنظمة توصيف المنتج البيئي EPD لتحسين التكلفة الإقتصادية والبيئية للمبنى والوصول إلى تحقيق أهداف البحث. والشكل رقم (1) يوضح منجية البحث.

شكل رقم 1 يوضح المنهجية المُتبعه في البحث والتي تعتمد على المنهج النظرى و التحليلي. المصدر : الباحث

**التعريف بمادة البناء في العمارة Building Materials in Architecture**

هي تلك المواد التي يعتمد عليها المعماري في تجسيد مبانيه, ومع تطور إمكانيات مواد البناء التقليدية وزيادة المعرفة بخصائصها وإمكانياتها الإنشائية والمعمارية بجانب العوامل المؤثرة الأخرى كالعوامل السياسية والإجتماعية والإقتصادية التى ساعدت على تطور العمارة في العصور المختلفة (2) .

وصنفت مواد البناء إلى عدة تصنيفات ولكن من أهمها وأشملها وأنسبها لموضوع الدراسة هو تصنيف مواد البناء من حيث طبيعة المادة والتي صنفت المادة إلى:-

- المواد الطبيعية Natural Materials: وتشمل (الأحجار – المواد العضوية كالأخشاب – مواد التربة)

- المواد المخلوطة Mixed Materials: وتشمل (الخرسانة – المواد الطينية المخلوطة)
- المواد المصنعة Fabricated Materials: وتشمل (المعادن بأنواعها الحديدية وغير الحديدية – اللدائن – الحراريات والسرميكات) (3) .

وتستهلك مادة البناء مجموعة من الطاقات في كل مرحلة من مراحل إنشاء المبنى من بداية التصميم وحتى التخلص من المبنى في نهاية عمره وهي كالأتي:

**المرحلة الأولى: مرحلة ما قبل البناء :**

- الطاقة المدمجة Embodied Energy : وهي الطاقة المستهلكة في إستخراج وصناعة وتغليف مواد البناء.
- الطاقة الرمادية Gray Energy : وهي الطاقة المستهلكة في نقل وتوزيع مواد البناء من المصنع إلى موقع البناء.

**المرحلة الثانية: مرحلة أثناء البناء :**

- الطاقة المسببة Induce Energy : وهي الطاقة المستهلكة في عمليات والبناء.
- طاقة التشغيل Operating Energy : وهي الطاقة المستهلكة في تشغيل المبنى.

**المرحلة الثالثة: مرحلة مابعد البناء (**نهاية عمر المبنى**):**

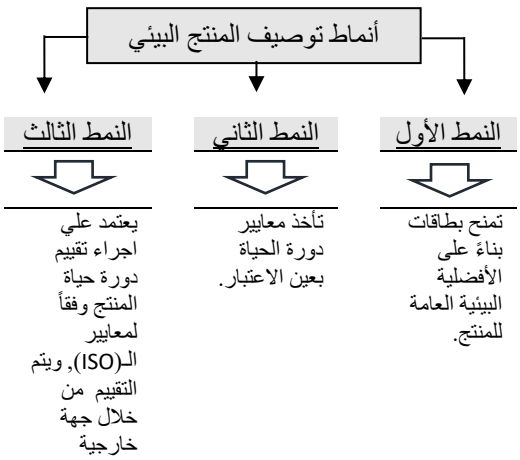
- طاقة التخلص والإحلال Disposal Energy : وهي الطاقة التي تستهلك في هدم والتخلص من المباني في نهاية عمره (4).

**توصيف المنتج البيئي (EPD)**

فى ظل زياده الوعى بالتغير المناخى و قله مصادر الطاقات الغير متجدده و حتمية الأتجاه نحو التصميم البيئى والمستدام كان التحسين البيئي لمنتجات البناء هو أولوية واضحة في السياسات العالمية, فظهرت الحاجه الى طريقه أو منهج لتقييم الآداء البيئى لمواد البناء. فظهر نظام تقييم دورة الحياة Life Cycle Assessment (LCA) لمواد البناء الذى انتشر عالمياً كطريقه لتقييم تأثير انتاج المواد على البيئه من خلال تقييم دورة حياة LCA تلك المواد , ولوضع هذه الأليه في إطار التطبيق الفعلي كانت فكرة توصيف المنتج البيئي Environmental product declaration (EPD) ويكون هذا التوصيف في شكل بطاقه او مُلصق يوضع على المنتج يعمل بمثابة تقرير عن الأداء البيئي للمنتج على مدى دورة حياته، ويتم التقييم بشكل مستقل وحيادي وهي مصممة لتكون نزيهة وليست أداة تسويقية.

**أنماط توصيف المنتج البيئي EPD Types**

ظهر مفهوم توصيف المنتج البيئي Environmental product declaration (EPD) كتطوير لعدد من الآليات لتوضيح الجوانب البيئية للمنتجات أغلبها فى أطار معايير ISO 1402X , ويصنف توصيف المنتج البيئي إلي ثلاث أنماط (5) كما هو موضح بالشكل رقم (2).




شكل رقم 2 يوضح الأنماط المختلفة لتوصيف المنتج البيئي المصدر: بتصرف الباحث M. Fet et al, "**Product category rules and environmental product declarations as tools to promote sustainable products**": experiences from a case study of furniture production,pp 201, June (2009).

من الشكل السابق (2) نجد أن النمط الثالث يعطي معلومات بيئية أشمل وموضوعية ومحددة عن المنتجات في شكل يسمح بالمقارنة بين المنتجات التي تحقق وظائف متطابقة لضمان الإختيار الجيد والأمثل للمنتج , وهذا النمط هو الأقرب والأشمل والأدق للدراسة المعمارية وخاصة دراسة مواد البناء , ويساعد

علي تحقيق أهداف البحث , فهو يتيح معرفه الأثر السلبى والأيجابي لمواد البناء على البيئه , وبالتالى ايجاد فرص لأمكانيه تحسين وتطوير المنتج بيئياً وإقتصاديا وتقليل المخلفات.

**أليات إجراء توصيف المنتج البيئى EPD process**

هناك عدة مراحل لتوصيف المنتجات بيئيا وهم: 1- تحديد قواعد تصنيف المنتجات. 2- تحديد أهداف التوصيف وجمع المعلومات 3- إجراء تقييم دورة الحياه. 4- إعداد تقارير توصيف المنتج البيئي (6).

**تحديد قواعد تصنيف المنتجات Determine Product Category Rules (PCRs)**

وهى مستندات توفر المعلومات والقواعد والمتطلبات والإرشادات اللازمة لتوصيف المنتج بيئيا (7) و يجب عمل وتطوير تلك القواعد بطريقة مقبولة دوليا بشكل يتسم بالشفافية والمشاركات الفعالة مع الشركات والمنظمات والمؤسسات أو الأفراد في حال لديهم الخبرة والكفاءة اللازمة لوضع قواعد تصنيف المنتجات وخاصة ما تخص المجال المعماري.

**تحديد أهداف التوصيف وجمع المعلومات Scoping and Data Collection**

تختلف الإستخدامات وتتعدد فيما يخص المواد والمنتجات بشكل عام نظرا لإختلاف الخصائص الفيزيائية لكل مادة , ولكن مادة البناء لها طبيعة خاصة تختلف عن أي مادة يمكن أن تستخدم في صناعة أخرى , فرغم أنها تحمل نفس الخصائص الفيزيائية إلا أنها متعددة الإستخدامات داخل عناصر المبنى الواحد , علي سبيل المثال الأخشاب سواء أكانت طبيعية أو مصنعة يمكن أن تتعدد إستخداماته داخل أي عنصر من العناصر الستة المكونة لأي مبنى وهي (الموقع – الهيكل الإنشائي – القواطيع الداخلية – الغلاف الخارجي – التشطيبات – الفرش والخدمات).

لذلك يجب التعريف الجيد للمنتج وتحديد خصائصة الفزيائية بشكل سليم لكي يتم الإختيار الجيد للمادة المناسبة لعنصر المبنى المراد تنفيذه بشكل يحقق إتخاذ القرار الإقتصادي السليم وكذلك ضمان إستدامة المورد من خلال قواعد تصنيف المنتجات (PCRs).

**إجراء تقييم دورة الحياه Conduct a life-cycle assessment**

إهتمت أكثر من جهة عالمية بإيجاد تعريفات علمية واضحة لتقييم دورة الحياة LCA وذلك من خلال إطلاق مبادرة دورة الحياة من قبل مجموعة من الجهات , ولعل من أهمها تعريف وكالة حماية البيئة The Environmental Protection Agency (EPA) وهو عبارة عن نهج من المهد إلى اللحد From Cradle to Grave لتقييم النظم الصناعية خلال جميع مراحل دورة حياة المنتجات.

وتعددت متغيرات وأساليب وطرق التقييم بنظام تقييم دورة الحياة في المجال المعماري وذلك حسب طبيعة المنتج المراد توصيفه وهي كالتالي:

**أ- من المهد إلى اللحد From Cradle to Grave**

وهو تقييم كامل دورة الحياة من بداية (إستخراج المادة الخام) أي "المهد Cradle" مرورا بمرحلة استخدامها (البناء والتشغيل) ووصولا لمرحلة التخلص منها "اللحد Grave" في نهاية عمر المبنى (8) وهذا الأسلوب أسلوب تقليدي لتقييم دورة حياة مواد البناء والتي تنتهي عندها صلاحية استخدام المواد بانتهاء عمر المبني وهدمه وبالتالي تتحول المواد إلي مخلفات صلبة تمثل عبء على البيئة وتحتاج إلي أماكن للتخلص منها عن طريق الدفن أو الحرق.

**ب- من المهد إلى البوابة From Cradle to Gate**

ويقصد "بالبوابة Gate" في هذا الأسلوب ببوابة المصنع فهو تقييم دورة حياة المادة من الإستخراج "المهد Cradle" إلى "بوابة المصنع Gate" أي قبل أن يتم نقله إلى المستهلك. وهذا الأسلوب خاص بتقييم بعض تجهيزات المباني أو الوحدات سابقة التجهيز مثل الحوائط الزجاجية وأنظمة الأسقف والأطر الحاملة وغيرها والتي يتم بعد ذلك إدخالها في إجراء تقييم كامل من المهد الى اللحد في المبنى بأكمله.

**ت- من المهد إلى المهد From Cradle to Cradle**

وهذه الطريقة تهدف إلي تقليل الأعباء على البيئة في نهاية عمر المبنى وتحقق إستدامة الموارد من مواد وطاقات من خلال إعادة التدوير لمخلفات الهدم أو إعادة إستخدامها مرة أخرى وهذا

الأسلوب مثل الأسلوب الأول "من المهد إلى اللحد From Cradle to Grave ولكن عند خطوة التخلص النهائي أو نهاية دورة حياته تكون بداية عملية إعادة التدوير.

ومن عملية إعادة التدوير تنشأ منتجات جديدة مطابقة أو مختلفة تشكل بداية دورة حياة جديدة ليحقق مفهوم الدائرة المغلقة Closed Cycle أو من المهد إلى المهد From Cradle to Cradle , والتي تساهم بشكل كبير في استدامة مواد البناء والحفاظ علي مصادرها (10).

فلابد من أن تحمل بطاقة التوصيف معلومات تخص تقييم دورة الحياة للمنتج لمعرفة أسلوب التقييم والتوصيف المناسب لإتخاذ القرارات الإقتصادية والبيئية السليمة.

**إعداد تقارير توصيف المنتج البيئي Prepare report for EPD**

تحتوى بطاقة التوصيف البيئى للمنتج على مجموعة من المعلومات الأساسيه والمتغيرة بسبب تعدد إستخدامات المواد والمنتجات بشكل عام وخاصة في المجال المعماري ولإختلاف ظروف كل مادة من المواد وهذه المعلومات مرتبطة بدورة حياة مواد البناء وهي كالتالي:

**أ- إستخراج ومصادر المواد الخام Extraction of Raw Materials**

إستخراج المادة الخام من مصادرها هي عملية البحث عن المصادر المناسبة للمواد الخام بشكل يحقق كميات كبيرة من الخام بأقل استخدام للمعدات وبأقل إستهلاك للطاقة لتحسين إقتصاديات المادة المراد إستخراجها ,ففي المجال المعماري وقطاع التشييد والبناء فهي صناعة تعمل على استغلال المحاجر والرمال والطين والصخور الصلبة ، أو مواد مماثلة من الأرض لإستخدامها في صناعة مواد البناء , وتشمل معالجة وتخزين تلك المواد, وتعد عملية استخراج المواد الأولية في حد ذاتها احد أهم مصادر تدمير البيئة الطبيعية , سواء من عملية التعدين كما في المعادن والبترول أو من المصادر الطبيعية المتجددة مثل الأخشاب , و تتطلب عملية الإستخراج كميات كبيرة من الطاقة لتشغيل المعدات.

فلابد أن تحمل بطاقة التوصيف معلومات تخص مصادر وأليات إستخراج المواد الخام لأن إختلاف المصادر والأليات يؤثر بشكل كبير علي إقتصاديات مادة البناء كمنتج وبالتالي تؤثر علي تكلفة المبني ككل وخاصة التكلفة الأولية.

**ب- إنتاج المادة الخام Production Process**

وتنقسم هذه المرحلة إلي جزئين , الأول خاص بتصنيع المادة الخام والأخر خاص بتصنيع المنتج , أما عن تصنيع المادة الخام فهي تلي مرحلة استخراج المواد من مصادرها المختلفة, حيث تحول المواد الأولية Raw materials إلي المواد الأساسية Basic Materials وإنتاج المواد ومنتجات البناء المختلفة (9) , وعلي سبيل المثال في مجال التشييد والبناء تحتاج الأحجار إلي عمليات التقطيع والتهذيب والتلميع لتهيأتها للإستخدام , والمعادن تحتاج إلي عمليات الصهر والتشكيل لإنتاج السبائك.

أما عن تصنيع المنتج , فهذا النشاط في مجال التشييد والبناء خاص بتصنيع بعض تجهيزات المباني أو الوحدات سابقة التجهيز مثل الحوائط الزجاجية , والأطر الحاملة , والأجهزة الصحية , والفتحات , والخلايا الشمسية , وغيرها من الأنظمة , وفي تقييم دورة حياة المبني يسمي تقييم هذا النشاط بتقييم من المهد إلي البوابة From Cradle to Gate ويقصد بالبوابة هنا (بوابة المصنع) الذي يصنع فيه تجهيزات المبنى (10).

فلابد أن تحمل بطاقة التوصيف معلومات تخص أليات وأساليب التصنيع لمواد وعناصر المبني المختلفة لأن إختلاف تكنولوجيا التصنيع تؤثر بشكل كبير علي إقتصاديات مادة البناء كمنتج وبالتالي تؤثر علي تكلفة المبني ككل وخاصة التكلفة الأولية.

**ت-نقل وتعبئة وتغليف المنتجات Product Handling**

تعتبر من أهم العناصر التي تؤثر علي إقتصاديات المنتج , فأسلوب النقل والتعبئة والتغليف الجيد يحافظ علي جودة المنتج ويقلل الهالك , وتسمى الطاقة التي تستهلك في عمليات التوزيع والنقل كما ذكرنا في تعريف مادة البناء في العمارة بالطاقة الرمادية Gray Energy.

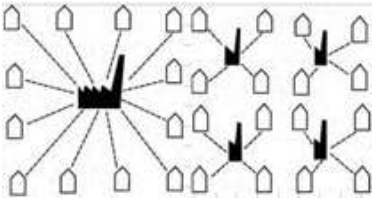
وتعتبر عمليات النقل ضمن كل أنشطة دورة حياة المبنى , وتعد عمليات النقل من أهم عوامل نجاح عمليات إنتاج المواد , ورغم أهمية عمليات النقل إلا أنها تزيد من الطاقة المستهلكة طبقا للمسافة , وكذلك يصدر عنها إنبعاثات كربونية ضارة , والجدول (1) يوضح مقدار الطاقة المستهلكة لنقل مواد الإنشاء بإستخدام وسائل النقل تبعا لنوع الوقود.

جدول رقم 1 يوضح مقدار الطاقة المستهلكة لنقل مواد الإنشاء بإستخدام وسائل النقل تبعا لنوع الوقود المصدر : Berge B, " The Ecology of Building Materials",P19, (2009).

| وسيلة النقل | طبيعة الوقود | الطاقة المستهلكة بالميجا جول/طن/كم |
|---|---|---|
| النقل الجوي | وقود حفري | 36-33 |
| النقل البحري | وقود حفري | 2.2-0.8 |
| النقل البري | وقود حفري | 0.9-0.3 |
| القطارات | وقود حفري | 0.9-0.6 |
| | كهرباء | 0.4-0.2 |

ومن الجدير بالذكر أن نقل المنتجات ومواد البناء من أماكن الإنتاج إلي مراكز التوزيع الإقليمية أو تجار مواد البناء تستهلك كميات كبيرة من الطاقة في حالة المواد المركبة , حيث تمثل 50% من الطاقة المدمجة الأولية Initial Embodied Energy , وتزداد تلك النسبة في حالات استيراد مواد البناء , بينما تقل في حالات الإنتاج المحلي الذي يقلل أيضا الأعباء والتأثيرات البيئية لتلك المواد (8), لذلك ينصح بتطبيق اللامركزية في صناعة المواد والإعتماد علي المواد المحلية لتقليل الطاقة الرمادية المستهلكة كما هو موضح بالشكل رقم (3).

أما عن التغليف, فتستهلك عمليات تغليف المنتجات كميات من الطاقة ضمن الطاقات المدمجة Embodied Energy , ومن أهم فوائدها الحفاظ علي المنتج وتقليل الهالك أثناء النقل , ولكن من مشكلات التغليف أنه يستهلك كميات كبيرة من المواد في تغليف مواد البناء وإعدادها للتوزيع, والتي يتم التخلص من معظمها عن طريق الحرق رغم أن بعض هذه المواد يمكن إعادة استخدامها مرة أخرى أو تحويلها لطاقة حيوية Biomass.



شكل رقم 3 يوضح الفرق بين المركزية واللامركزية في تصنيع وتوزيع المواد. المصدر : Berge B, " The Ecology of Building Materials",P19, (2009).

لذلك يجب أن تحمل بطاقة التوصيف معلومات تخص أسلوب نقل المنتج والوسيلة المستخدمة وطريقة التعبئة والتغليف بكل شفافية لأن ذلك التوصيف سوف يشجع علي الإعتماد علي المادة المحلية وإتخاذ القرارات التصميمية السليمة التي تقلل من التكلفة الأولية للمبنى.

**ث- العمر الإفتراضي للمنتج Use Age**

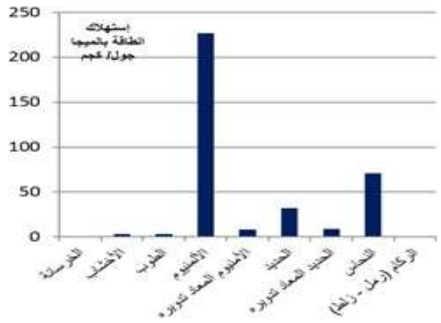
لكل منتج من المنتجات أو أي مادة من المواد لها بعمر إفتراضي طبقا لخصائها الفيزيائية وأسلوب تركيبها وإستخدامها , فطبيعة المباني كمنتجات أنها يمكن أن تبقي لعشرات بل مئات السنين, وهذا ما وضعنا في أشكالية إقتصادية وبيئية بسبب إفتقار الوعي المعماري لإدراك العلاقة بين العمر الإفتراضي والعمر الإنتفاعي لأي مبني , فأثبتت الدراسات التحليلية علي عينات عشوائية لمجموعة من المباني أن العمر الإنتفاعي يمثل ثلث العمر الإفتراضي فيتراوح العمر الإفتراضي لأي مبنى حوالي 100 عام في حين أن الدراسات أثبتت أن العمر الإنتفاعي للمبنى في المتوسط حوالي 30 عام , فيتعرض هذا المبنى للهدم لإعادة إستغلاله مرة أخري في وظائف جديدة. فكان لابد من أن تحمل بطاقة التوصيف معلومات تخص العمر الإفتراضي للمواد والمنتجات لكي يتم الإختيار الجيد للمواد وإتخاذ القرار الإقتصادي والبيئي السليم ومساعدة المعماري في صناعة تصاميم معمارية تحترم العلاقة بين العمر الإفتراضي والعمر الإنتفاعي بشكل يؤثر بشكل إيجابي علي قراره التصميمي ويقلل من التكلفة الأولية للمبنى.

**ج- المزايا الخاصة Special Effects**

تتمثل المزايا الخاصة لأي منتج أو مادة مثلا في (قدرتها في تحمل الحرارة – تحمل الرطوبة – المتانة – بعض الإضافات لتحسين الخصائص والأداء – مقاومه الحريق- إلخ) , فلابد أن تحمل بطاقة التوصيف معلومات تخص المزايا الخاصة للمواد والمنتجات لكي يتم الإختيار الجيد للمواد وإتخاد القرار الإقتصادي والبيئي السليم

**ح- إمكانية إعادة الإستخدام أو التدوير في نهاية حياة المنتج End-of Life (Re-use or recyling)**

يجب أن تحمل بطاقة التوصيف معلومات تحدد مدي إمكانية إعادة إستخدام أو تدوير أو تجديد أو تحسين المنتج لتأثير هذه المعلومات علي قرارات المصمم , فإعادة الإستخدام أو التحسين أو التجديد مرتبط بفكرة عدم الهدم أو الإحتفاظ بالمبنى Non Demolition – , أما إعادة التدوير مرتبط بفكرة الهدم أو التخلص من المبنى Demolition , فالمقصود بإعادة إستخدام في المجال المعماري هو إعادة إستخدام المبنى وهو في كامل هيئته , أو جزء منه كمنتج بعد إنتهاء عمره الإنتفاعي أو إنتهاء الوظيفة التي أنشأ من أجله , وإعادة الإستخدام يوفر جميع الطاقات المدمجة الأولية Initial Embodied Energy التي تستهلك في مرحلة الإنتاج Production أحد مراحل دورة حياة المبنى. والشكل البياني التالي (4) يوضح مقدار الطاقة المدمجة الأولية Initial Embodied Energy لبعض المواد الشائع إستخدامها والتي يمكن ترشيدها في حالة إعادة الإستخدام.




شكل رقم 4 يوضح الطاقة المدمجة الأولية المستهلكة لبعض المواد الشائع إستخدامها في عمليات الإنشاء المصدر: Charles J. Kibert, "Sustainable Construction" 2013 p365

أما إعادة التدوير نشاط يسمح بتدوير مخلفات البناء الصادرة من كافة أنشطة دورة حياة المبنى , ولاسيما مرحلة نهاية عمر المبنى واستخدامها مره أخري حيث يمكن الاستفادة من المخلفات الناتجة عن عمليات الإنتاج Production , والتشغيل Operation , والتخلص من المبنى في نهاية عمره الإنتفاعي End of Life , وتدخل في العديد من عمليات الإنتاج كمواد أولية مرة أخري , و تساهم المواد القابلة لإعادة التدوير في تقليل العبء علي المصادر الأولية لتلك المواد , وتقلل الطاقة المدمجة الأولية Initial Embodied Energy المستهلكة في مراحل إنتاج مواد البناء المكونة للمبنى كما هو موضح بالجدول التالي (2) ويصاحب ذلك تقليل إنتاج المخلفات , والملوثات المختلفة للبيئة , والأنظمة الأيكولوجية , والهواء , والماء , وصحة الكائنات .(11)

جدول رقم 2 يوضح مقدار ترشيد الطاقة المستهلكة في حالة تدوير مواد الإنشاء لبعض المواد المصدر : Jong-Jin KIM &Brenda Rigdon ,"Qualities , Use , and Examples of Sustainable Building Materials", (1998), p 14.

| المادة | جديدة (ميجاجول/كجم) | معاد تدويرها (ميجاجول/كجم) |
|---|---|---|
| الحديد | 40 | 18 |
| الألمنيوم | 196 | 27 |
| البوليسترين | 65 | 29 |
| PVC | 98 | 56 |

**خ-الأثر البيئي للمُنتج Environmental impact**

مادة البناء كمنتج ينتج الكثير من الأضرار السلبية علي البيئة خلال مراحل دورة حياتها , فغالبا ما يتم الإعتماد علي أحد أنواع الوقود الأحفوري الغير متجدد , والذي ينتج عنه الكثير من الإنبعاثات وخاصة الإنبعاثات الكربونية عند إحتراقة فضلا عن أن إستخراج المادة الخام يمكن أن ينتج عنه كميات كبيرة من المخلفات السامة وإستخراجها مدمر لقشرة الأرض كما هو موضح بالجدول رقم (3).

جدول رقم 3 يوضح تأثير مراحل البناء على البيئه. المصدر:
Attmann, O.,Green Architecture Advanced technologies and Materials, McGraw Hill books, United States America, (2010).

| النشاط | التأثير على البيئة |
|---|---|
| الحفر و الأستخراج | تدمير البيئه النباتيه و الحيوانيه<br>تصحر الأرض<br>تلوث المياه<br>ازالة الغابات |
| التصنيع/ التجميع | استهلاك للطاقه<br>توليد النفايات |
| النقل / التوزيع | استهلاك للطاقه<br>انبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون<br>استهلاك للموارد |
| البناء | انبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون<br>تلوث ناتج من الأشعاعات |
| الصيانه / Life cycle building phase | استهلاك للطاقه<br>انبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون<br>استهلاك للموارد<br>التلوث الكيميائي<br>تلوث المياه |
| الهدم | التلوث الكيميائي<br>زياده السموم toxicity |
| اعادة التدوير | تلوث المياه الجوفيه<br>انبعاث غاز الميثان |

بينما المواد التي يتم حصادها من مصادر متجددة أو مستدامة يجب أن يكون معدل نموها يوافق أو يزيد علي معدل الاستهلاك البشري , فنجد نظريا إستخدام مواد مثل الأخشاب يعتبر مورد متجددة وطرق تصنيعه متوافقة مع البيئة , ولكن في الحقيقة لا يمكن إعتبار الأخشاب مورد متجدد إلا إذا فاق معدل إنتاجه لمعدلات إستهلاك الإنسان لها فمثلا بعض الأخشاب تحتاج أشجارها ثمانين عاما لتصبح صالحة للإستخدام , فالضرر الأيكلوجي الناتج عن إستخدام هذه المواد في البناء يؤدي إلى خسائر بيئية وإقتصادية (12). وتسبب عمليات إنتاج المواد والمنتجات العديد من الملوثات والإنبعاثات الكربونية والتي تؤثر بشكل مباشر علي البيئة الطبيعية بمفهومها الشامل, وبشكل غير مباشر على الإقتصاد وهناك العديد من الصناعات التي لا تراعي عوامل الأمان وصحة الإنسان, ولازلنا بحاجة للبحث عن أساليب إنتاج أقل خطورة علي البيئة والإقتصاد.

فكان لابد من أن تحمل بطاقة التوصيف معلومات تخص الأثر البيئي للمنتج بكل شفافية للحد من إستخدام المواد الملوثة والتي أفسدت البيئة الخارجية بشكل يحد من الإعتماد علي التطبيقات البيئية التقديدية في التهوية والتبريد كالملاقف وخلافه مما له أثرا إقتصاديا سلبيا علي إقتصاديات تشغيل المبنى.

*فمن خلال التحليل السابق لعناصر بطاقة التوصيف للمنتج البيئي نجد أننا أمام حتمية وجود قواعد كبيرة للبيانات نحصل من خلالها علي المعلومات اللازمة لتوصيف المنتج لدعم قواعد تصنيف المنتجات (Product Category Rules (PCRs.*

*بعد دراسة أليات توصيف المنتج بيئيا EPD وإبراز أهمية وجود قواعد لتصنيف المنتجات الPCRs وعلاقتهم بتقييم دورة الحياة ال LCA , كان لابد من دراسة بعض الأليات للإستفادة من نظام التوصيف البيئي للمنتجات لتحسين أداء المباني إقتصاديا, والخروج بمسطرة قياس يمكن من خلالها حساب مدي تحسين تكلفة المبنى (أولية – تشغيل – تخلص) بإستخدام عناصر توصيف المنتج البيئي.*

**أليات الإستفادة من نظام التوصيف البيئي للمنتجات لتحسين أداء المباني إقتصاديا داخل مصر**

من الدراسة السابقة نجد أن المبنى عبارة عن مجموعة من المواد التي تستهلك كميات كبيرة من الطاقة في كامل دورة حياتها من بداية الإستخراج وتصنيع المواد ونقلها, إنتقالا إلى مرحلة تشغيل المبني وصيانته , وإنتهاءاً بمرحلة التخلص من المواد المكونة للمبنى وإحلال محلها مواد جديدة تستهلك طاقات جديدة في دورة حياة جديدة، فمن المعتاد عند إختيار مواد الإنشاء في مرحلة التصميم النظر إلي سعر وتكلفة المادة الخام عند الشراء فقط دون النظر إلي عمر المادة وكميات المواد التي تستهلكها تلك المواد حتى الوصول إلى التشطيب النهائي الصالح للإستخدام وكذلك الأداء الحراري الذي يؤثر على تكاليف تشغيلها بعد ذلك والأعباء التي تحملتها البيئة لإنتاج تلك المواد وكذلك أعباء التخلص منها في نهاية عمر المبنى , ودون النظر إلي أمكانية تدوير المواد أو إعادة إستخدامها مرة أخري ,وما تكلفة ذلك .

و من ثمّ, كان لابد من الإعتماد والإستفادة من آليات التوصيف EPD في مساعدة المصمم المعماري في الإختيار الجيد لمواد البناء بشكل يحسن الأداء الإقتصادي والبيئي للمبني علي مدار دروة حياته , وكذلك الإستفادة من قواعد تصنيف المنتجات

PCRs في توثيق مواد البناء للمساعدة في تقييم المباني البيئية والمســـتدامة , لذلك تأتي دراســـة أليات الإســـتفادة من نظام التوصيف البيئي للمنتجات لتحسين أداء المباني إقتصاديا علي محورين :

***المحور الأول:*** علاقه نظام توصيف المنتج البيئى EPD بنظام التقييم للمبانى LEED كأحد أهم آليات التقييم العالمية للمباني البيئية والمستدامة بالولايات المتحدة وكذلك نظام الهرم الأخضر GPRS لتقييم المباني المستدامة في مصر.

***المحور الثاني:*** تأثير نظام توصيف المنتج البيئى EPD على مراحل تكلفه المبنى.

**المحور الأول : علاقه نظام توصـــيف المنتج البيئى EPD بنظام التقييم للمبانى LEED و الـGPRS**

أضاف نظام الـ LEED مجموعة من نقاط التقييم حال إختيار مواد البناء الحاصله على علامه التوصيف البيئي للمبانى EPD للحصول علي نقاط إضافيه للمشاريع المتقدمة للحصول علي تقييم الـ LEED. حيث أنه تم اضافه نقاط إضافيه (عدد 2 نقطه كحد أقصى) ضمن عنصر تقييم المواد و الموارد"Materials and Resources credits in LEED" لتشجيع مصممي المبنى لتحديد المنتجات من الشركات المصنعة التي توفر الشفافية الكاملة لأداء المنتج البيئي عن طريق نظام التوصيف البيئى EPD. و يمكن الحصول على النقاط الإضافية عن طريق :

**أولا: للحصول على النقطه الأولي:** يجب استخدام ما لا يقل عن 20 منتجا مختلفا خضع للتوصيف البيئي ويتم الحصول عليها من خمسة مصنعين مختلفين يستوفون معايير التوصيف بأليه الـ EPD.

**ثانيا: للحصول عل النقطة الثانية:** يكون من خلال إقرار الحد من التأثير البيئي طبقا لتقييم طرف ثالث محايد بتحقيق المعايير التالية بحد أدني 50% حسب التكلفة:

- تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة GHG وتقليل إحتمالية حدوث إحتباس حرارى.
- تقليل الأضرار علي طبقة الأوزون ozone layer
- الحد من تحمض مصادر المياه و الأراضي كأحد الموارد الإقتصادية وعناصر الإنتاج.
- الحد من استنزاف موارد الطاقة غير المتجددة (13)
- ألا تزيد مسافة نقل المواد خلال مراحل (الإستخراج – التصنيع – التوزيع) عن 160 كم.

و الهدف الرئيسى من ادراج هذه النقاط الإضافيه لشهادة الLEED هو تنشيط و تشجيع المُصنعين للحصول على شهادات التوصيف البيئى الخاصه بمنتجاتهم أو بمواد البناء التى يتم إنتاجها لكى تُستخدم من قبل المبانى المَسجِّله للحصول على LEED الى جانب دعم الفكر الشامل فى انتاج مواد البناء التى لها أثر سلبى قليل على البيئه و عدم التركيز على المنتج فقط و إنما على تأثيره البيئى و الإقتصادى.

ومن هنا نجد أن من الضروري علي باقي الجهات القائمة علي صناعة أليات التقييم العالمية والمستدامة مثل مركز بحوث البناء المصري والمعني بتطور الـ GPRS أن تنتهج نفس المنهج التي إنتهجه الـ LEED في إيجاد علاقة بين الـ EPD وأليات التقييم لتشجيع العاملين في قطاع التشييد علي إستخدام أليات التوصيف للمنتج بيئيا.

**المحور الثاني : تأثير تطبيق نظام توصـــيف المنتج البيئى EPD على مراحل تكلفه المبنى**

المبني مكون من مجموعة عناصر تكلفه تنقسم الى سته تقسيمات رئيسيه و هم الموقع – الهيكل الأنشائى – الغلاف الخارجى – القواطيع الداخليه – التشطيبات – خدمات المبنى (14) و يندرج تحت كل تقسيم مجموعه من العناصر التى تشارك فى تكوين المبنى كمنتج صالح للأستخدام , وتنقسم تكلفه المبنى الى ثلاثه اقسام و هم التكلفه الأوليه للمشروع Initial Cost و تكلفه التشغيل والصيانه Running Cost وتكلفه التخلص Disposal Cost.

**التكلفه الأوليه للمشروع Initial Cost** : تشمل تكلفة مرحلة التصميم وما قبل البناء ومرحلة البناء , وتقليل هذه التكلفه دائماً هدف المالك بهدف الربح المالى دون النظر الى التكلفه البيئيه.

**تكلفه التشغيل والصيانه Running Cost** : هى تقييم الآداء الأقتصادى للمبنى او جزء منه من خلال مجموع التكاليف الثابته والمتغيره على مدى تشغيل المبنى ودراسه جدواها على مدار

العمر الأنتفاعى للمبنى , ودراسة هذه التكلفه عادة ليست هدف مالك المشروع لأن المشروعات الكبرى غالبا ما تختلف الجهه المالكه عن الجهه المشغله للمشروع.

**تكلفه التخلص Disposal Cost :** هي التكلفة المرتبطة بالمرحلة التي تنتهي عندها العمر الإفتراضي أو الأنتفاعي للمبني , فعند الأقتصاديين و العاملين فى إداره المشروعات لا يتم التخلص من المشروع الا عند تكلفه الصفر. والجدول رقم (4) يوضح تأثير استخدام نظام التوصيف البيئى على مراحل دورة حياة المبنى والتكلفه.

جدول رقم 4 تأثير استخدام نظام التوصيف البيئى على مراحل دورة حياة المبنى والتكلفه. المصدر: الباحث

| مرحلة ما قبل البناء Pre-Building Phase | | | | |
|---|---|---|---|---|
| م | عناصر توصيف المنتج البيئي | التكلفه الأوليه للمشروع | تكفلة التشغيل | تكلفة التخلص |
| 1 | **التعريف بالمنتج من حيث الإستخدام والخصائص الفزيائية** | الإختيار الجيد للمادة المناسبة لعنصر المبنى, يحقق إتخاذ القرار الإقتصادي السليم و ضمان إستدامة المورد. | - تُمكّن المُصمم من اختيار ما يتناسب مع عمر المشروع الأنتفاعى, و بالتالى تقليل التكلفه. | - التعريف بمحتويات المُنتج و نسبه احتوائه على مواد مُعاد تدويرها تؤثر على تكلفه التخلص. |
| 2 | **إستخراج ومصادر المواد الخام** | الإعتماد علي المصادر المحلية لتقليل الطاقة الرمادية والبعد عن المصادر التي تستهلك كميات كبيرة من الطاقة مقابل كميات ضئيلة من المادة الخام. | # | # |
| 3 | **إنتاج المادة الخام** | تقليل الطاقة المندمجة | إبتكار أساليب تصنيع المادة الخام للإستخدام المستدام | تقليل الهالك وإيجاد أساليب لتدويره وعمل تصميمات للنظم يمكن إعادة إستخدامها |
| 4 | **نقل وتغليف وتعبئة المنتجات** | أسلوب النقل والتعبئة والتغليف الجيد يقلل الهالك وإبتكار نظم يمكن إستخدام أنظمة التغليف لأكثر من مرة | # | # |

| مرحلة البناء Building Phase | | | | |
|---|---|---|---|---|
| م | عناصر توصيف المنتج البيئي | التكلفه الأوليه للمشروع | تكفلة التشغيل | تكلفة التخلص |
| 1 | **العمر الإفتراضي للمنتج** | توافق العمر الإفتراضي مع العمر الأنتفاعى للمشروع. | كبر العمر الأفتراضى و يقلل تكاليف الصيانة | معرفه العمر الأفتراضى للمنتج يسمح للمصمم باتخاذ قرار اعاده الأستخدام ام لا ,مما يقلل تكلفه التخلص. |
| 2 | **المزايا الخاصة** | الإختيار الجيد للمواد وإتخاذ القرار الإقتصادي المناسب. | تقليل العبء على استهلاك الطاقه خلال فتره التشغيل, | إمكانيه اعاده الإستخدام. |
| 3 | **الأثر البيئي للمنتج** | تقليل العبء على مصادر المواد الخام. | تقليل إنبعاثات التشغيل | تقليل الصيانة وأضرار التخلص |
| مرحلة ما بعد البناء Post-Building Phase | | | | |
| م | عناصر توصيف المنتج البيئي | التكلفه الأوليه للمشروع | تكفلة التشغيل | تكلفة التخلص |
| 1 | **إمكانية إعادة الإستخدام أو التدوير** | تقليل العبء علي مصادر المواد الخام | تقليل أعباء الصيانة | عدم الهدم وإعادة الإستخدام |
| 2 | **تقييم دورة الحياة** | معرفه الأثر البيئى و تكلفه كل مرحله على حده من خلال التقييم الأقتصادى و بالتالى يساعد على الأختيار المناسب | تحقيق الراحة الداخلية وضمان جودة البيئة الداخلية | يسمح معرفه الأثر البيئى و تكلفه كل مرحله على حده من تقييم متى تصل المواد الى نهاية عمرها. |

## النتائج

- نظراً لزياده الوعى البيئى العالمى و ادراك مدى تأثير التعدّى على الموارد الطبيعيه من قبل قطاع التشييد والبناء تم انشاء العديد من أنظمه التقييم البيئي للمبانى مع إدراج وتضمين أنظمة التوصيف البيئي والتي أثبتت الدراسة تأثيرها الإيجابي علي إقتصاديات المبني خلال دورة حياته وعلي مراحل التكلفة المختلفة.

– أثبتت الدراسة أن التوصيف البيئي الجيد للمواد سوف يكون له تأثير واضح علي كل مراحل دورة حياه المبني .. فبالتوصيف البيئي وبمعلومية خصائص المادة يستطيع المصمم الإختيار الجيد لمواد البناء التي لها تأثير بيئي إيجابي ويقلل من تكلفة الإنشاء ويحسن من الأداء أثناء التشغيل وأثناء التخلص والذي يدعم بدوره تحويل المبني من كونه تقليدي إلي مبني مستدام.

– الإعتماد علي أليات التوصيف البيئي لمواد البناء يقلل الطاقة المدمجة والتي تؤثر بشكل مباشر إقتصاديات المبني من خلال التشجيع علي إستخدام وسائل النقل التي تعتمد علي الكهرباء والتشجيع علي إعادة التدوير والإعتماد علي الأساليب اللامركزية في تصنيع وتوزيع مواد البناء.

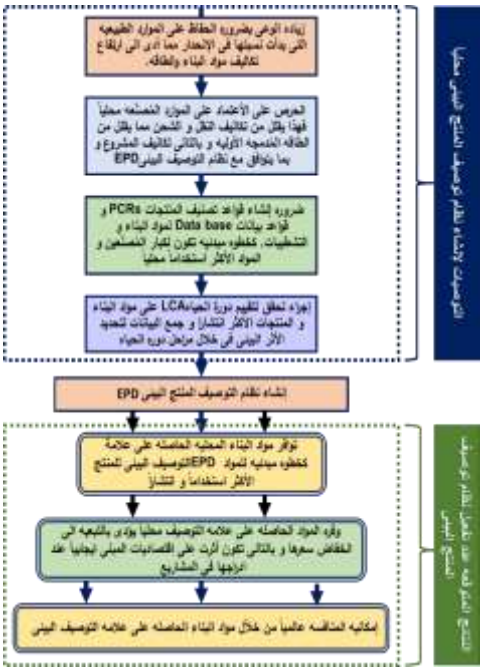
– يختلف التأثير الإقتصادي والتأثير علي تكلفة المباني من مشروع لأخر حسب مواد البناء المستخدمة ودورة حياة المنتج وإمكانية إعادة الأستخدام.

– اتجاه الدول الكبرى فى الصناعه إلى إعتماد أنظمه توصيف المنتج البيئى EPD سيضع الدول المتأخرة عن تطبيق أليات التوصيف أمام عقبات تخص تداول المنتجات خلال التبادل التجارة.

– عدم توافر هذه المواد و المُنتجات يزيد من سعرها لدواعى زياده تكاليف النقل و الشحن و استهلاك الطاقه و هذا يتعارَض مع مفهوم نظام التوصيف البيئى للمنتج EPD القائم على التقليل من الطاقه المُدمجه.

**التوصيات**

– نظراً لتأثير نظام التوصيف البيئى EPD على اقتصاديات المبنى وعناصر التكلفه المختلفه, ومع ضروره ملاحقه الركب العالمى فى اصدار أنظمه لتضمين البعد البيئى و تقييم دوره الحياة LCA فى مراحل انتاج مواد البناء, وضروره الحد من استنزاف الموارد قدر الإمكان وتقليل الطاقه المدمجه فى عمليات الأنتاج لمواد البناء المختلفه. فلابد من اتخاذ خطوات فى هذا الأتجاه محلياً, و الشكل رقم (5) يوضح رؤيه مبدئيه لبعض التوصيات و الخطوات الواجب اتباعها لملاحقه الركب العالمى فيما يخُص مواد البناء.




شكل رقم 5 بعض الخطوات المبدئيه و التوصيات للأستفادة من تأثير نظام التوصيف البيئى على إقتصاديات المشروع و السوق المحليه. المصدر: الباحث.

– لإتخاذ قرار إدراج مواد البناء الحاصله على علامة التوصيف البيئى فلابد أولا من إدراك المالك والمصمم والمقاول لتأثير هذا الإجراء على المشروع كاملاً و خاصةً اذا كان من أهداف المشروع الحصول على شهاده التقييم LEED عن طريق ما يلى:

**أولا:** إجراء المزيد من الأبحاث للوصول الى المعلومات الخاصة بخصائص مواد ومنتجات البناء لإنشاء قاعدة بيانات تدعم الحصول على علامه التوصيف البيئى EPD والمساعدة في إنشاء الإعداد لنماذج محاكاه كدراسة مستقبلية لمجموعه من المشروعات المعمارية تختلف في مصادر وطبيعة المواد والأنظمة بشكل مقارني للخروج بنتائج رقمية وأوزان نسبية توضح مدي تأثير تطبيق مخرجات أنظمة التوصيف البيئي للمواد وتأثيرها علي إقتصاديات المباني خلال دورة حياتها.

**ثانيا:** دعم رؤية المُصمم لتشمل التكلفة البيئية والإقتصادية لكامل مراحل دوره حياة المنتج وليس الى سعره فقط عند الإختيار

ويكون بناءاً على العمر الأنتفاعى للمنتج طبقاً للمواصفات الموّثقه بما يتناسب مع المشروع.

**ثالثا:** يجب على المُصمم انتهاج المنهج الشولى و التكاملى فى التصميم لدراسة تأثير مواد البناء على عمليه البناء كاملةً.

**رابعا:** الإعتماد علي أنظمة التوصيف البيئي للمنتج والتي تساعد على إختيار المواد الإنشائيه ومواد التشطيبات بناءاً على معلومات موّثقه مما يّسّهل عمليه المُقارنه.

**خامسا:** يجب إختيار المواد والمنتجات الحاصله على علامة التوصيف البيئى تكون عاليه الجوده الى جانب انها تُحافظ على البيئه مما يرفع من القيمه المضافة للمباني إقتصاديا وبيئيا.

**سادسا:** يجب علي مصنعي مواد البناء الإتجاه نحو إستخدام أليات التوصيف البيئي أثناء صناعة مواد البناء وتوثيق كافة المعلومات عن المواد والمنتجات خلال دورة حياتها لأنها المدخل الحقيقي لإنجاح وتفعيل أليات تقييم المباني البيئية والمستدامة وكذلك مدخلا لزيادة ربحية مصنعي المواد عن طريق التصدير و زيادة تداول المنتج.

**المراجع**


(1) T. Ros-Dosdá et al, "**Strategic Environmental Communication Tools**", Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE) Universitat Jaume I. Castellón. Spain, (2012).

(2) Fernandez, "**Material Architecture: Emergent Materials for Innovative Buildings and Ecological Construction**", PP. 75, (2006).

(3) علي رأفت , " **موسوعة الإبداع المعماري : الإبداع الفني في العمارة**", صفحة 248 ,(2003).

(4) إيهاب محمود عقبة ، "**مداخل التصميم البيئي نحو التوافق مع التغيرات البيئية الطبيعية**" ، مؤتمر توفيق العمارة والعمران في عقود التحويلات ، جامعة القاهرة (2006).

(5) M. Fet et al, "**Product category rules and environmental product declarations as tools to promote sustainable products**", Volume 11, Issue 2, pp 201–207, June (2009).

(6) URL: https://cdn.scsglobalservices.com/files/program_documents/SCS_EPD_onesheet.pdf, Accessed June (2020).

(7) URL: https://www.environdec.com/PCR/What-are-product-category-rules, Accessed June (2020).

(8) Mary Ann Curran,"**Life Cycle Assessment: Principles And Practice** ",Scientific Applications International Corporation (SAIC), EPA , p.11, (2006).

(9) Business Dictionary Site,"Material Production": URL: https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Material+Production%2C+Sphere+of, Aceessed:July 2, (2020).

(10) Bayer C. et al , " **A Guide to Life Cycle Assessment of Buildings**", Georgia Institute of Technology, The American Institute of Architects AIA, P47, (2010).

(11) Bayer C. et al ,"**A Guide to Life Cycle Assessment of Buildings**", by The American Institute of Architects AIA, P.49, ,(2010).

KIM, J. and Rigdon, B. ,"**Qualities , Use , and Examples of Sustainable Building Materials**", p 9. , (1998). (12)

Stanford University Team,"**GUIDELINES FOR LIFE CYCLE COST ANALYSIS**" 2005, p.3 URL: https://sustainable.stanford.edu/sites/default/files/Guidelines_for_Life_Cycle_Cost_Analysis.pdf, Accessed May (2020). (13)

Robert P. Charette, Harold E. Marshall, " **UNIFORMAT 2 Elemental Classification for Building Specifications, Cost Estimating and Cost Analysis**",(1999). (14)

Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol. 4
No. 2

# THE IMPACT OF THE ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION (EPD) SYSTEMS ON THE BUILDINGS' ECONOMIC PERFORMANCE

**Amr Soliman ElGohary**

*Lecturer at Modern Academy for Engineering and Technology– Cairo – Egypt.*

***Shereen Omar Khashaba***

*Lecturer at Canadian International College CIC – Cairo – Egypt.*

## Abstract

Building materials have an impact on the development of the architecture and the construction process. As the energy production prices increased through the last few years due to its unavailability, overconsumption, and low percentage of renewables applied in the energy grids; the building initial cost increased as well, due to the increase of the embodied energy of the building materials, Which led the desdigners and investors to abandon sustainable applications in building construction.

As a result, the global trends recommend increasing the added value of buildings, by applying sustainable or environmentally friendly products, and establishing guidelines that drive the inclusion of the economic and environmental aspects in the buildings assessment. The developing countries have to take benefits of that global trend to overcome the economic challenges in the construction sector; thus the research develops a study to the possibility of applying the Environmental Product Declaration (EPD) systems to improve the economics of buildings.

Environmental Product Declaration (EPD) is a standardized way of quantifying the environmental impact of a product or system, and energy use and efficiency; it acts as an identification process to the material that allows decision making process to be based on economic and environmental information, to reduce the burden on resources, and reduce the initial, operational and disposal costs. As well as starting a database that has a clear description of the Egyptian materials commonly used in the manufacture of various building elements.