Journal of Al-Azhar University Engineering Sector

Vol.17, No. 62, January, 2022, 437-447

COMPARING CARBON EMISSIONS STANDARDS IN SUSTAINABLE BUILDING RATING SYSTEMS (SBRS)

Heba Abdel Salam Youssef [1], Tarek Saad El-Hinnawy[2], Mahmoud Fathy Ahmed[3]
[1] Assistant Lecturer, Department of Architecture, Pyramids Higher Institute of Engineering and Technology
[2] Emeritus Professor, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Shoubra , Benha University
[3] Lecturers, Department of Architectural Engineering, Faculty of Engineering in Shubra, Benha University
Principal Investigator email: enghebayousef19@gmail .com
Received :30 Nov. 2021 Accepted:28 Dec. 2021

Abstract:

The trend towards protecting the environment from the negative impact of carbon emissions from buildings and preserving resources led to the issuance of many systems for assessing sustainability of building, many of them at the international level and others at the regional and local levels, but when addressing the study and audit of those systems, It is found find that most of them make the criterion for reducing carbon emissions sub-points included in the context of other key elements of the evaluation as a sub-assessment point, Although it represents an important goal for the vision of sustainable development in general and treatment of environmental changes in particular, Therefore the research will discuss the negative role of buildings on the environment, and present And an analysis of the assessment systems for sustainable buildings and their main assessment elements, and then analysis and comparison between them to extract carbon emissions assessment points and to know if any of them can give an integrated system for evaluating emissions of carbon as a basic criterion for evaluation. The research concludes that the Australian system GREEN STAR can be applied as an indicator to assess emissions in buildings, and as a comprehensive evaluation system for all the basic elements of the basic development goals clearly.

Keywords: Zero carbon, Sustainable Building Rating Systems, Sustainable, Zero emissions .

مقارنة معايير الإنبعاثات الكربونية في أنظمة تقييم المباني المستدامة

هبة عبدالسلام يوسف1 ، طـارق سعد الحناوي2 ، محمـود فتحـي أحمـد 3
(1) مدرس مساعد – قسم الهندسة المعمارية – معهد الأهرامات العالي للهندسة والتكنولوجيا
(2) أستاذ متفرغ – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة بشبرا – جامعة بنها
(3) مدرس – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة بشبرا – جامعة بنها
البريد الإليكتروني للباحث الرئيسي enghebayousef19@gmail .com

الملخص :

أدي التوجه العالمي نحو حماية البيئة من الأثر السلبي للإنبعاثات الكربونية الصادرة عن المباني والحفاظ علي الموارد الي إصدار العديد من أنظمة تقييم إستدامة المباني ، الكثير منها علي المستوي الدولي والبعض الأخر علي مستوي الإقليمي وكذلك المحلي ، ولكن عند التطرق الي الدراسة والتدقيق لتلك الأنظمة نجد أن أغلبها يتعامل مع خفض الإنبعاثات الكربونية كمعايير فرعية مدرجة في أسفل بعض العناصر الرئيسية للتقييم كنقطة تقييم فرعية ، علي الرغم من أنها تمثل هدف هام لرؤي التنمية المستدامة بشكل عام والمعالجة للتغييرات البيئية بشكل خاص ، ولذا سيناقش البحث الدور السلبي للمباني علي البيئة ، وعرض وتحليل لأنظمة التقييم للمباني المستدامة وعناصر التقييم الرئيسية لها ، ومن تلك الأنظمة التي تناولها البحث نظام الصادر في المملكة البريطانية BREEAM ، النظام الصادر في الولايات المتحدة LEED ، النظام الأسترالي GREEN STAR النظام الصادر في الإمارت العربية المتحدة ESTIDAMA ثم النظام الصادر في جمهورية مصر العربية GREEN PYRAMIDS ، ومن ثم التحليل والمقارنة فيم بينهم لإستخلاص نقاط تقييم الإنبعاثات الكربونية والتعرف علي ما إذا كان أي منهم يمكن أن يعطي نظام متكامل لتقييم الإنبعاثات الكربونية كمعيار أساسي للتقييم . وينتهي البحث إلي أن النظام الأسترالي GREEN STAR يمكن تطبيقية كمؤشر لتقييم الإنبعاثات بالمباني ، وإعتباره نظام تقييم شامل لكافة العناصر الأساسية لأهداف التنمية الأساسية بشكل واضح .

الكلمات المفتاحية : صفرية الكربون - أنظمة تقييم إستدامة المباني - الإستدامة - صافي إنبعاثات .

1- المقدمة :

يعتبر الإحتباس الحراري أهم المشاكل البيئية في الأونة الأخيرة ، وذلك نتيجة إمتصاص الأشعة وإحتباسها بواسطة غازات الصوبة الزجاجية Green House Gas ، وقد تم تصنيفها الي سبع غازات مختلفة من ضمنها غاز ثاني أكسيد الكربون co2 ، يصدر هذا الغاز من خلال عدة قطاعات أحدهم قطاع البناء ، حيث يمثل أحد أهم القطاعات للإنبعاثات الكربونية بنسبة تمثل متوسط 43% (11) . وقد تم التأكيد والدعوة الي ذلك من خلال إتفاقية باريس لعام 2015م نحو خفض الإنبعاثات لغازات الصوبة الزجاجية فيما يعرف بصفرية الكربون Zero Carbon حتي عام 2050 ، وعلي هذا أصبح خفض الإنبعاثات أحد أهم الأهداف نحو تحقيق التنمية بشكل عام والإستدامة بالمباني بشكل خاص ، ونتيجة لذلك ظهرت العديد من المصطلحات الخاصة بخفض الكربون والبناء صفري الكربون ، والنداء نحو تطويع كافة السبل والإمكانات المتاحة نحو تحقيق ذلك ، ومن هنا بدأت الدراسات نحو إستحداث ألية لتحقيق خفض إنبعاثات الكربون ومتابعة تقييمه .

أدي السعي نحو تحقيق الحفاظ علي البيئة الي البحث نحو وضع منهجيات ومعايير لتقييم معدل خفض الإنبعاثات الكربونية بالمباني ومدي تحقيق جودة المباني وإستدامتها البيئية ، ولذا ظهرت العديد من الأنظمة والبرامج لتقييم وتطبيق معايير الإستدامة علي المباني ، كما توالت تطورها تبعا للمتغيرات البيئية والعوامل المختلفة المؤثرة علي ذلك ، وكان من الملاحظ عدم وضع مؤشر صفرية / معادلة الإنبعاثات الكربونية بالمباني كمعيار تقييم أساسي لمعايير الإستدامة ، ولكن ظهرت كأحد ضمن النقاط الثانية للتقييم بأنظمة التقييم للمباني المستدامة .

2- المشكلة البحثية :

علي الرغم من تعدد نظم تقييم إستدامة المباني عالميا ومحليا ، وتناولها لكافة المعايير التي بدورها تحقيق حماية البيئة والحفاظ علي الموارد كمعايير أساسية والتي يتم تطويرها كل فترة تبعا للمعطيات والمتغيرات ، إلا أنها لم تعطي الإهتمام بمؤشر خفض الإنبعاثات الكربونية بالمباني كمؤشر أساسي أو معيار منفصل ، وهذا ما يدعي للتسأول نحو لماذا لم تدرج كمعيار منفصل كتلبية لأحدث توجهات التنمية المستدامة وهي خفض معدلات الإنبعاثات الكربوينة ، ولما يتم التعامل معها كمؤشر فرعي ، وهذا ما يتطلب الدراسة من خلال المقارنة بين نظم التقييم المختلفة وتحديد معايير القياس للإنبعاثات الكربونية كخطوة نحو توجيهها كمعيار تقييم رئيسي .

3- الهدف من البحث :

يهدف البحث الي دراسة بعض نظم التقييم للتعرف علي عناصر التقييم الأساسية لكل نظام ، ومن ثم إجراء مقارنة تحليلية لتلك النظم لبيان نقاط تقييم مؤشـــرات أداء المباني نحو الخفض من الإنبعاثات خلال دورة الحياة للمباني ، وبالتالي يمكن تحديد إذا ما كان هناك نظام يمكن أن يعطي مؤشـر لتقييم أداء المباني نحو تحقيق معدلات الخفض للإنبعاثات بشـكل كافي خلال دورة حياة المباني ، أم السـعي نحو إسـتنباط نظام يغطي كافة الجوانب المسـتدامة بما فيها مؤشـر الإنبعاثات الكربونية كمعيار أساسي .

4- المباني صفرية الكربون Zero Carbon Building (ZCB):

يعبر المصطلح عن المباني صفرية الكربون / الطاقة ، كما يستخدم المصطلح ZCB في بعض الأحيان بالتبادل مع العديد من المصطلحات ذات الصلة مثل البناء المستدام والبناء الأخضر . كما حددت دراسة إستقصائية أجرتها منظمة لدعم العمل المشترك EPBD(Energy Performance of Building Directive) في عام 2008م 17 مصطلح مستخدم لوصف المباني منخفضة الكربون والطاقة علي مستوي العالم ، ثم تم تزايد ذلك في تقرير العمل التالي للمنظمة ، والذي قدم 23 مصـطلحًا مختلفًا لـــوصـف المباني عالية الأداء للطاقة ، وقد علق **Erhorn and Erhorn Kluttig** بأن هذه المصطلحات ، **يمكن تصنيفها على أنها تشير إلى نطاق أوسع وهو كما يلي** (3)**:**

- إسـتهلاك منخفض للطاقة (منشأ منخفض الطاقة ، موفر للطاقة ، طاقة منخفض للغاية ، طاقة بدون تدفئة ، بدون طاقة ومكتفي ذاتيًا للطاقة) .
- إنبعاثات منخفضة (منشأ خالٍ من الإنبعاثات ، خالٍ من الكربون) .
- الجوانب المسـتدامة أو الخضـراء (المباني البيئية ، المباني الخضـراء ، المباني المسـتدامة ، المباني والمناخ الحيوي: المبني النشط أو الفعال) .

حدد Riedy. ET. AL (8)لتعريف المباني ذات الإنبعاثات الصـفرية العديد من المصـطلحات المماثلة في الإسـتخدام الشـائع ، مثل الطاقة القريبة من الصـفر ، صـفر طاقة ، صـافي الطاقة ، البيت السـلبي ، الطاقة زائد خالية من الوقود الأحفوري 100٪ قابلة للتجديد ، صـفر كربون ، صـافي الكربون ، صـفر إنبعاثات الكربون ومناخ محايد . كما أنتقد فريق الإبتكار والنمو في البناء منخفض الكربون تعدد تلك المصـطلحات المتغيرة وعدد الأدوات والمنهجيات التي تؤدي أحيانًا إلى إجابات مختلفة تمامًا عن الأسـئلة نفسـها ، والتي قد سـاهمت في عائق كبير أمام التقدم في تحقيق مسـتقبل منخفض الكربون ، كما يزداد مفهوم ZCB تعقيدًا من خلال المفاهيم التي تأخذ في الإعتبار محددات أكثر من الكربون / الطاقة .

وعليه فإن تقليص المصـطلحات وتحديدها فيما يخص الطاقة والكربون ، يحد من تعدد وتشـتت المعني المقصـود من ZCB ، ويمكن تصنيفها بإستخدام بعدين أساسين الطاقة والكربون تبعا للجانب الوصفي أو الأنشطة ، **وسيتم عرضها كما يلي** (6)**:**

- المصـطلحات القائمة على الكربون / الطاقة ضـمن نطاق محدد السـياق ، مقسـم إلى قائم على إنبعاثات الكربون مثل ZCB وبناء إنبعاثات صفرية ، وتستند إلى إستهلاك الطاقة مثل ZEB .
- المصطلحات القائمة علي الكربون / الطاقة ضمن السياق العام ، على سبيل المثال دورة حياة ZCB وZEB .
- مصطلحات واسعة النطاق مع نطاق أوسع من الكربون / الطاقة في سياق معين ، على سبيل المثال المباني المعتمدة لـ BREEAM، البناء المستدام ، البناء الأخضر والبناء البيئي وغيرها .

وفقا لتقرير العمل المنسق تم تعريف المباني ZCB على أنها المباني التي تسعي الي ترشيد إستهلاك الطاقة وبالتالي (تعمل علي خفض معدل إنبعاثات الكربون الصـادرة عنها) ، أو يمكن إعتبارها أنها مباني متوازنة سـنويًا . في هذه الحالة سـوف تسـتمر المباني تسـتهلك الطاقة ، ولكنها تنتج في فترة زمنية واحدة من العام على الأقل نفس القدر من الطاقة التي تحتاجها خلال العام بأكمله .

5- مصادر الإنبعاثات الكربونية خلال دورة الحياة للمباني :

ترتبط الإنبعاثات الكربونية خلال دورة حياة المباني بالبصـمة الكربونية ، وهي إجمالي إنبعاثات الغازات الدفيئة التي تصـدر من خلال الأنشـطة المقامة بقطاع البناء ، والتي تتعدد بدورها إعتمادا علي مراحل البناء ، **والتي تم تصـنيفها الي ثلاث مراحل وسيتم عرضها كالتالي :**

أ- **مرحلة الإنتاج The production stage:** تشمل إنبعاثات الكربون الناتجة من عملية إنتاج مواد البناء ، بما في ذلك إستخراج المواد الخام ، وعملية التصنيع اللاحقة لها ونقلها . وتمثل إنبعاثات هذه المرحلة بأنها الإنبعاثات الأولية لتأثيرات دورة الحياة علي البيئة ، هذه الإنبعاثات تعرف بالإنبعاثات المتجسدة (10). كما تعتمد مساهمة الإنبعاثات المتجسدة في تقييم دورة الحياة على عدة عوامل منها طبيعة مواد البناء ، عمر المبنى ، ونوع الطاقة المستخدمة في عملية الإنتاج (1) . وقد أهتمت العديد من الهيئات والمؤسسات الصناعية لتحديد الكربون المنبعث من مواد البناء ونشر عوامل الكربون المجسدة لمنتجاتها في أوراق بيانات المنتج أو منصات إعلان المنتج البيئي (EPD) ، حيث يمكن العثور عليها في قواعد البيانات مثل "قاعدة بيانات جرد الكربون والطاقة" (1) .

ب- **مرحلة البناء The construction stage :**تشير مرحلة البناء إلى الأنشطة بين مرحلتي التصنيع والتشغيل ، يوجد العديد من العوامل التي تؤثر على إنبعاثات الكربون خلال هذه المرحلة مثل حجم المبنى ، موقعه ، نوعه ونوعية الطاقة المستخدمة والنظام الإنشائي (4). علي خلاف الأنشطة البشرية فقد أوضحت معظم الدراسات إستبعاد الإنبعاثات منها أثناء مرحلة البناء . علي الرغم من ذلك تعتبر الإنبعاثات المرتبطة بمرحلة البناء ليست كبيرة مقارنة بمرحلة التشغيل ، حيث يبلغ متوسط إجمالي الإنبعاثات خلال هذه المرحلة 2 ٪ من إجمالي الإنبعاثات الكربونية خلال دورة الحياة الكاملة للمباني (5) .

ت- **مرحلة التشغيل The Operation stage :** تمثل مرحلة التشغيل بشكل عام الأنشطة للمستخدمين ومدي الإعتماد على الوقود الأحفوري في توليد الطاقة اللازمة لتحقيق تلك الأنشطة ، وتوجد عدة عوامل تؤثر علي كم الإنبعاثات مثل موقع المبنى ، النشاط و مصادر الطاقة (4) .كما أن أعمال الصيانة التي تقام للمبني تضاف الي الأنشطة التي يهتم بها خلال مرحلة التشغيل بكافة مؤثراتها علي البيئة ، ولذا يجب أخذها في الإعتبار عند حساب البصمة الكربونية ، كذلك النقل والمواصلات من قبل الشاغلين للمبني خلال فترة إشغاله ، والذي يرجع بدوره الي موقع المبني ومدي توفير وسائل النقل للشاغلين (5).

في النهاية نجد أن لكل مرحلة من المراحل السابقة عوامل مختلفة لها تأثيرتها النسبية طبقا لمدي إستهلاكها للطاقة ، ومن جهة أخري فإنه يجب التركيز علي أن هذه العوامل ليست بالمرونة الكافية التي يمكن التعامل معها تحت أي متطلب ، وذلك لأنها تخضع لعدد من القوانين والإشتراطات العامة والخاصة والتي تحد من مرونة التحكم بها (6) . وعليه يكون سلوك المباني عديمة الكربون ZCB هو من خلال إدراك كفاءة الطاقة المستخدمة في كافة مراحل البناء ، وهذا من خلال نهج المبنى بالكامل حيث يتم دمج التصميم والهندسة المعمارية ومواد البناء بما في ذلك العزل والنوافذ والتدفئة والتبريد والكهرباء ومعدات تبادل الهواء لتقليل إستخدام الطاقة قدر الإمكان وبالتالي الإنبعاثات الكربونية .

6- أنظمة تقييم المباني :

تعتبر أنظمة تقييم المباني المستدامة أليات لتحويل المبادرات التطوعية للحفاظ علي البيئة إلي سياسات عامة واجبة النفاذ لتصبح جزء مساهم في حل التغييرات البيئية ، ولكن لتطبيق تلك الأنظمة لابد من وضعها في إطار محدد وواضح حتي يمكن تطبيقها علي المباني ، ويتضمن ذلك مجموعة من النقاط يمكن مطابقة مدي تحقيق وتوفيرها مباشرة أو من خلال سبل أخري تسعي لنفس الهدف ، أو عدم تحقيق ذلك . وقد أستند البحث خمس أنظمة خلال الدراسة وهم LEED وBREEAM و GREEN STAR و ESTIDAMA و GPRS ، ومن خلال الدراسة سنتناول بالتحليل كل نظام من الأنظمة السابق ذكرها ، ومن ثم التركيز علي تحليل كل نظام للإنبعاثات وأوزانها النسبية ، لتحديد مدي إستيفاء كل نظام لمجموعة النقاط والمعايير لتقييم الإنبعاثات خلال دورة حياة المبني كاملة .

7- التحليل الكمي لمعايير أنظمة تقييم المباني محل الدراسة :

يعتمد في هذا الجزء من البحث علي التحليل لمعايير التقييم الرئيسية لكل نظام تقييم بشكل منفصل من خلال التعرف علي العناصر الأساسية والوزن النسبي لكل منها ، مع سرد نقاط التقييم الفرعية الخاصة بتقييم الإنبعاثات الكربونية لكل نظام لمعرفة الوزن النسبي لها وما تمثله من الوزن النسبي الكلي للنظام ، **وفيما يلي سيتم توضيح ذلك :**

أ- نظام تقييم الإستدامة البيئية للمباني بالمملكة البريطانية BREEAM (11) :

يعتبر BREEAM (Building Research Establishments Environment Assessment Method) أول نظام تقييم لتقييم أداء المباني البيئية في العالم ، تم إطلاقه وتشغيله بواسطة BRE مؤسسة أبحاث البناء The Building Research Establishment) في المملكة المتحدة ، تم تقديمه إلى السوق في عام 1990 وتم تنقيحه لأول

مرة لتقييم المكاتب في عام 1993 ، يستخدم BREEAM على نطاق واسع بسبب مرونته كما أنه يهدف لتقييم المباني القائمة والحديثة . أعتمد التقييم علي 10 معايير أساسية بمجموع 110 نقطة .

جدول 1 يوضح تحليل نظام BREEAM ، لعرض عناصر التقييم والأوزان النسبية لكل عنصر ، ثم حصر لنقاط التقييم الخاصة بالإنبعاثات.

عناصر التقييم والأوزان النسبية لنظام BREEAM		
م	عنصر التقييم	الوزن النسبي
1	الإدارة	%13
2	صحة الإنسان	%15
3	الطاقة	%19
4	النقل	% 7
5	المياة	% 7
6	المواد	% 9
7	المخلفات	% 5
8	الأيكولوجي	% 8
9	التلوث	% 9
10	الإبتكار	% 8
المجموع		% 100

الأوزان النسبية لنقاط تقييم الإنبعاثات نظام BREEAM(11)		
م	نقاط تقييم الإنبعاثات	النقاط
1	معدل الإنبعاثات بالمبني	15
2	مصدر الطاقة منخفض الإستهلاك للكربون	2
3	الكربون الوارد من المواد	2
المجموع		19
مجموع نقاط تقييم الإنبعاثات 19 نقطة من إجمالي 110 نقطة ، مما يمثل 17% وزن نسبي .		

يلاحظ من خلال التحليل السابق إهتمام نظام BREEAM بالطاقة حيث مثلت 19 % من إجمالي التقييم ، وهذا يمثل خطوة هامة نحو تحقيق خفض الإنبعاثات والتوجه نحو حد إستهلاك الطاقة وتوظيف الطاقة المتجددة ، ولكن هذا يأتي بشكل غير مباشر كعنصر تقييم أساسي علي الرغم من أن نظام BREEAM يعتبر من أكثر الأنظمة تفصيلا للعناصر المعنية بالتقييم . وبالنظر الي الوزن النسبي لتقييم الإنبعاثات من خلال النقاط المطروحة لنظام الـ BREEAM يتضح أنها مثلت 19 نقطة من إجمالي 110 نقطة مندرجة ضمن عناصر التقييم الأساسية للنظام بنسبة 17% من إجمالي نقاط التقييم.

ب- نظام تقييم المباني المستدامة بالولايات المتحدة LEED (9) **:**

أصدر نظام LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) عام 1998م ، وتم تطويره بواسطة المجلس الأمريكي للبناء الأخضر USGBC ، وهو نظام معترف به دوليا كمقياس لتصميم وإنشاء وتشغيل المباني مع مراعاة البيئة وكفاءة الأداء ، أعتمد التقييم علي 7 معايير أساسية بمجموع 110 نقطة .

جدول 2 يوضح تحليل نظام LEED ، لعرض عناصر التقييم والأوزان النسبية لكل عنصر ، ثم حصر لنقاط التقييم الخاصة بالإنبعاثات .

عناصر التقييم والأوزان النسبية لنظام LEED		
م	عنصر التقييم	الوزن النسبي
1	إستدامة الموقع	% 24
2	كفاءة المياة	% 9
3	الطاقة والغلاف الخارجي	% 32
4	المواد ومصادر الموارد	% 13
5	جودة البيئة الداخلية	% 13
6	عملية التصميم والإدارة	% 5
7	أخري	% 4
8	المجموع	% 100

الأوزان النسبية لنقاط تقييم الإنبعاثات نظام LEED(9)		
م	نقاط تقييم الإنبعاثات	النقاط
1	المواد منخفضة الإنبعاث - المواد اللاصقة ومانعات التسرب	2
2	مواد منخفضة الإنبعاث - دهانات وطلاءات	2
3	مواد منخفضة الإنبعاثات - أنظمة السجاد	2
4	المواد منخفضة الإنبعاثات - الخشب المركب والألياف الزراعية	2
5	التخلص من الغازات الناتجة عن الإحتراق	2
المجموع		10
مجموع نقاط تقييم الإنبعاثات 10 نقاط من إجمالي 110 نقطة ، مما يمثل 9% وزن نسبي .		

من خلال التحليل السابق يلاحظ إهتمام نظام LEED بالطاقة والغلاف الخارجي حيث مثلت 32 % من إجمالي الوزن النسبي الكلي للتقييم ، في حين تأتي إستدامة الموقع بنسبة كبيرة 24 % ، يأتي ذلك نتيجة دمج الكثير من نقاط التقييم

في معايير أقل مقارنة بنظام الـــ BREEAM ، حيث يتم التقييم علي 6 معايير أساسية ومعيار أضافي تبعا لما يعمل عليه كل مشروع من حيث الإضافة لما يحقق الإستدامة . وبالنظر الي الوزن النسبي لتقييم الإنبعاثات من خلال النقاط المطروحة لنظام الـ LEED يتضح أنها مثلت 10 نقطة من إجمالي 110 نقطة مندرجة ضمن عناصر التقييم الأساسية للنظام بما يمثل نسبة 9% من الوزن النسبي لإجمالي نقاط التقييم .

ت- نظام تقييم المباني المستدامة باستراليا GREEN STAR (12) :

يعتبر نظام تطوعي من قبل مجلس المباني الخضـــراء في أســـتراليا GBCA The Green Building) Council of Australia) تم إصـــداره عام 2003م ، وقد تم تطويره عام 2015م حيث أطلق مجلس المباني الخضـــراء مجموعة جديدة من أدوات التصنيف الأخضر ، وذلك لتقييم نتائج الإستدامة علي التصميم والبناء الحديث والمباني القائمة ، وتم تصنيفها الي 8 معايير أساسية بمجموع 100 نقطة .

جدول 3 يوضح تحليل نظام GREEN STAR ، لعرض عناصر التقييم والأوزان النسبية لكل عنصر ، ثم حصر لنقاط التقييم الخاصة بالإنبعاثات.

عناصر التقييم والأوزان النسبية لنظام GREEN STAR			الأوزان النسبية لنقاط تقييم الإنبعاثات نظام GREEN STAR(12)		
م	عنصر التقييم	الـــــوزن النسبي	م	نقاط تقييم الإنبعاثات	عدد النقاط
1	الإدارة	% 9	1	الحد من انبعاثات غازات الدفيئة - غلاف المبنى	4
2	جودة البيئة الداخلية	% 20	2	تقليل انبعاثات غازات الدفيئة - تزجيج	2
3	الطاقة	% 24	3	الحد من انبعاثات غازات الدفيئة - الإضاءة	2
4	النقل	% 7	4	تأثيرات العدوي من أنظمة التبريد	1
5	المياة	% 12		المجموع	9
6	المواد	% 17	مجموع نقاط تقييم الإنبعاثات 9 نقاط من إجمالي 100 نقطة ، مما يمثل 9% وزن نسبي .		
7	إستعمال الأرض والإيكولوجي	% 8			
8	الإنبعاثات	% 3			
	المجموع	% 100			

من خلال التحليل السابق يلاحظ إهتمام أن نظام GREEN STAR بالطاقة ، حيث مثلت 24 % من إجمالي الوزن النســـبي الكلي للتقييم ، في حين تأتي جودة البيئة الداخلية بنســـبة مقاربة 20 % ، كما وضـــع نظام GREEN STAR الإنبعاثات كمعيار أساسي للتقييم رغم عن انه يمثل وزن نسبي 3 % فقط من التقييم . جاءت مجموع نقاط التقييم للإنبعاثات 9 نقاط من إجمالي 100 نقطة وهذا يمثل 9 % من الوزن النســبي الكلي للتقييم ، ويوضــح ذلك ما ســبق من صــغر الوزن الكلي للإنبعاثات كمعيار أســاســي حيث أنه لم يتم جمع كافة النقاط المتعلقة بتقييم الإنبعاثات خلال دورة الحياة أســفل معيار الإنبعاثات بشكل منفصل ولكنها ما زال البعض منها مدرج أسفل معايير أخري .

ث- نظام تقييم المباني المستدامة بدولة الإمارات العربية المتحدة ESTIDAMA (10) :

أصـــدر هذا النظام عام 2010م ، ويعد مبادرة تطوعية قام بها مجلس أبو ظبي للتخطيط العمراني عام 2008م لتوجية رؤية أبو ظبي 2030م في إنشـــاء مجتمعات عمرانية جديدة تقوم علي أســـاس الإســـتدامة ، يتم القياس من خلال هذا النظام عبر مرتكزاتها الأربعة البيئة ، الإقتصـــاد ، الثقافة والمجتمع والتقييم فيه بدرجات اللؤلؤ ABO DHABI (URBAN PLANING COUNCIL) . أعتمد التقييم علي 7 معايير أساسية بمجموع 180 نقطة .

جدول 4 يوضح تحليل نظام ESTIDAMA ، لعرض عناصر التقييم والأوزان النسبية لكل عنصر ، ثم حصر لنقاط التقييم الخاصة بالإنبعاثات وأوزانها النسبية .

عناصر التقييم والأوزان النسبية لنظام STIDAMA			الأوزان النسبية لنقاط تقييم الإنبعاثات نظام ESTIDAMA(10)		
م	عنصر التقييم	الـــــوزن النسبي	م	نقاط تقييم الإنبعاثات	عدد النقاط
1	عملية التطوير المتكامل	%7,3	1	إنبعاث المواد : المواد اللاصـــقة ومانعات التسرب	1
2	الأنظمة الطبيعية	% 6.7	2	انبعاث المواد : الدهان ومواد التغليف	1
3	المباني الملائمة للعيش	%21	3	إنبعـاث المواد : الســـجاد والموكيت والأرضيات القياسية	1
4	مورد المياة	%24,2	4	إنبعاث المواد : نظام السطح	1
5	مورد الطاقة	%24,8	5	أثر المبردات وأجهزة إطفـاء الحريق في الإحتباس الحراري	4
6	مواد الإنشاء والبناء	% 16	المجموع		8
7	الإبتكار وتحسين الأداء	إضافي	مجموع نقاط تقييم الإنبعاثات 8 نقاط من إجمالي 180 نقطة ، مما يمثل 4% وزن نسبي .		
المجموع		%100			

من خلال التحليل السابق لنظام ESTIDAMA يلاحظ تقارب الأوزان النسبية لنصف معايير التقييم الأساسية وهي المباني الملائمة للعيش و مورد كل من المياة والطاقة ، حيث مثل كل منهم 21 ، 24,2 و 24,8 وهذا يمثل 60 % من إجمالي الوزن النسبي الكلي للتقييم . يلاحظ من خلال التحليل السابق أن تقييم الإنبعاثات في نظام تقييم الأداء البيئي للمباني الـــ ESTIDAMA مثلت وزن نسبي 4% بعدد نقاط 8 نقاط من إجمالي 180 مندرجة ضمن عناصر التقييم الأساسية للنظام ، كما يتضح التركيز الأكثر علي تقييم المواد وإختيارها إلي جانب الأجهزة المستخدمة بالتبريد بإجمالي 4 نقاط .

ج- نظام تقييم المباني المستدامة بجمهورية مصر العربية نظام الهرم الأخضر GPRS (15) :

تم إصدار هذا نظام الهرم الأخضر Establishment of Egyptian Green Building Council في مصر عام 2011م ، ويهدف الي توفير مرجعية للمارسـات الجيدة التي تمكن المصـمم علي إتخاذ القرارات المنطقية التي تحد من الضـرر البيئي ، وكذلك زيادة الوعي بالحفاظ علي البيئة بواسـطة الأطراف المعنية والمسـاهمة في تطبيق ذلك علي مدي الحقبات المقبلة في مصر . أعتمد التقييم علي 7 معايير أساسية بمجموع 180 نقطة (15) .

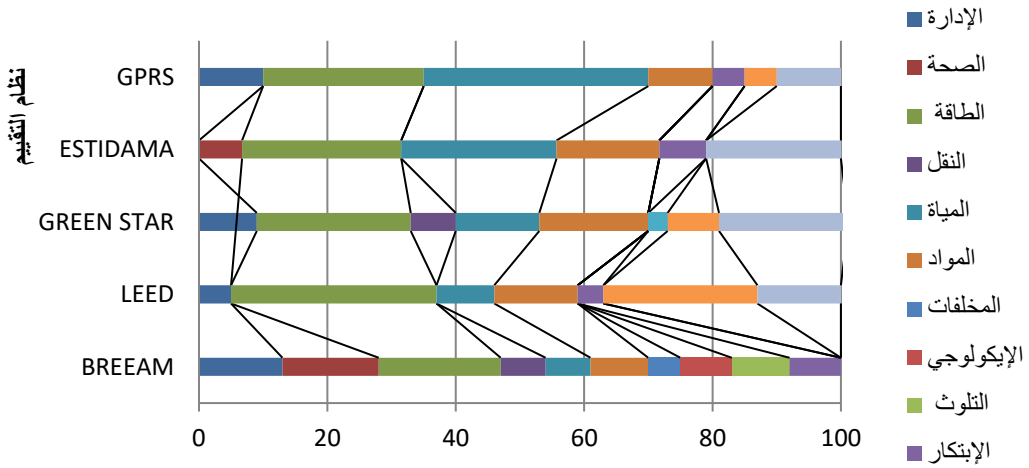
جدول 5 يوضح تحليل نظام GPRS ، لعرض عناصر التقييم والأوزان النسبية لكل عنصر ، ثم حصر لنقاط التقييم الخاصة بالإنبعاثات .

عناصر التقييم والأوزان النسبية لنظام GPRS			الأوزان النسبية لنقاط تقييم الإنبعاثات نظام GPRS (15)		
م	عنصر التقييم	الوزن النسبي	م	نقاط تقييم الإنبعاثات	عدد النقاط
1	إستدامة الموقع	% 5	1	مخزون الطاقة والكربون	2
2	كفاءة الطاقة	% 25	2	التحكم في الإنبعاثات الناتجة عن مواد البناء	5
3	كفاءة إستخدام المياة	% 35	3	التحكم في الإنبعاثات والملوثات	2
4	المواد والموارد	% 10	المجموع		9
5	جودة البيئة الداخلية	% 10	مجموع نقاط تقييم الإنبعاثات 9 نقاط من إجمالي 180 نقطة ، مما يمثل 5% وزن نسبي .		
6	الإدارة	% 10			
7	الممارسات المبتكرة	% 5			
المجموع		%100			

من خلال التحليل السابق لنظام GPRS يلاحظ إرتفاع ملحوظ في تقييم كفاءة إستخدام المياة بوزن نسبي 35 % ، ثم تليها الطاقة بـ 25% ، وينعكس هذا نتيجة إهتمام الدولة بترشيد المياة كهدف أساسي للتنمية المحلية خلال الأونة الأخيرة

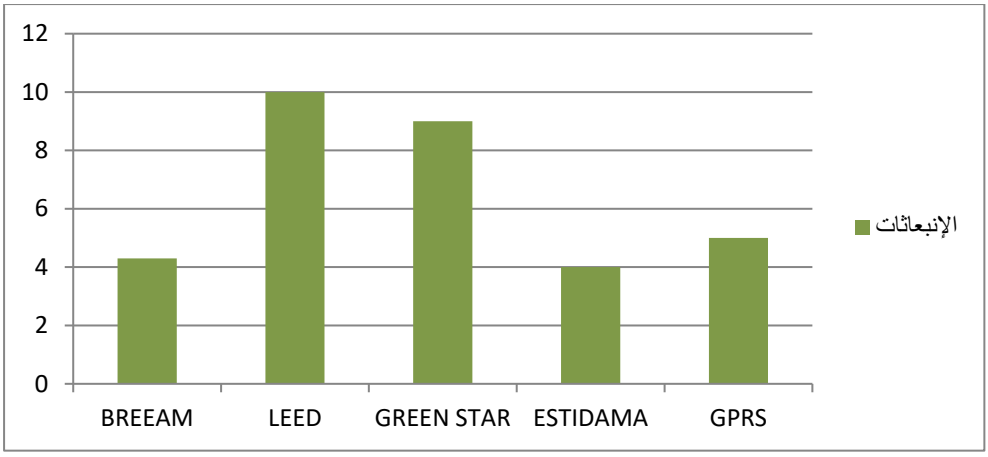
، ثم جاءت باقي المعايير بنسب متفاوتة فيما بينها تبعا لنقاط تقييمها .كما يلاحظ من خلال التحليل السابق أن تقييم الإنبعاثات في نظام تقييم الأداء البيئي للمباني الـــ GPRS مثلت وزن نسبي 5 % بعدد 9 نقاط من إجمالي نقاط التقييم لكامل النظام مندرجة ضمن عناصر التقييم الأساسية للنظام .

في نهاية الدارسة لكل نظام تقييم علي حدة من خلال عرض عناصر التقييم الأساسية يلاحظ تنوعها وإختلاف المسميات تبعا لإهتمامات وأولويات كل مؤسس للنظام ، ولكن جميعها تهدف في نهاية الأمر نحو تحقيق الهدف المرجو منها ، يتضح ذلك في شكل 1 بعرض رسم بياني ناتج المقارنة بين الأوزان النسبية لعناصر التقييم الأساسية للأنظمة .



شكل 1 رسم بياني للمقارنة بين الأوزان النسبية لعناصر التقييم الأساسية للأنظمة محل الدراسة (الباحثة) .

- تقدم نظام BREEAM في كل من الإدارة والإبتكار هذا الي جانب إفنرادها بعناصر تقييم خاصة بها كصحة الإنسان ، المخلفات ، الإيكولوجي والتلوث .
- زيادة الوزن النسبي للطاقة والمخلفات في نظام LEED عن غيره من الأنظمة الأخري محل الدراسة .
- إنفراد نظام GREEN STAR بمعيار الإنبعاثات دون عن الأنظمة الأخري ، الي جانب زيادة الوزن النســبي للطاقة والمواد .
- تقدم نظام GPRS بمعيار المياة ثم جاءت الطاقة بعدها في الوزن النسبي .



شكل 2 رسم بياني للمقارنة بين الأوزان النسبية لنقاط تقييم الإنبعاثات الكربونية للأنظمة محل الدراسة (الباحثة)

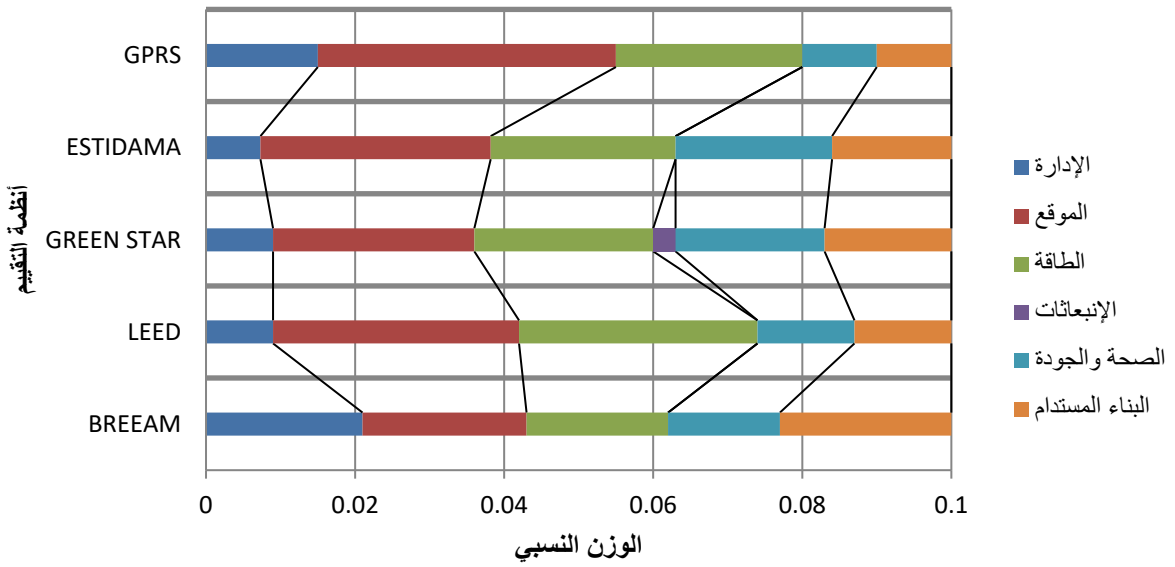
8- التحليل الكمي للفئات المشتركة بين أنظمة التقييم :

من التحليل السابق للعناصر الأساسية لأنظمة تقييم المباني يلاحظ تعدد المصطلحات التي تسعي لتحقيق نفس الهدف البيئي ، والتي من الممكن دمجها معا في عناصر رئيسية مشتركة بين الأنظمة الخمس ، ويمكن تحديدها كالتالي :

- **الإدارة والإبتكار**
- **الموقع** : تشمل الموقع وإستعمال الأراضي والنقل والمياة .
- **الطاقة** : تشمل كفاءة الطاقة .
- **الإنبعاثات**
- **الصحة والجودة** : تشمل راحة المستعمل ، جودة الفراغات وصحة الإنسان .
- **البناء المستدام** : المواد والموارد والتلوث والمخلفات .

جدول 6 يوضح توزيع عناصر التقييم للأنظمة تبعا لفئات مشتركة أعم وأشمل .

العنصر الرئيسي	BREEAM	LEED	GREEN STAR	ESTIDAMA	GPRS
الإدارة	% 21	% 9	% 9	% 7.3	%15
الموقع	% 22	% 33	% 27	% 30.9	% 40
الطاقة	% 19	% 32	% 24	% 24.8	%25
الإنبعاثات	-	-	% 3	-	-
الصحة والجودة	% 15	% 13	% 20	% 21	%10
البناء المستدام	% 23	% 13	% 17	%16	%10



شكل 3 رسم بياني للمقارنة بين الأوزان النسبية لعناصر التقييم بعد دمجها تبعا لفئات تقييم مشتركة (الباحثة) .

بعد دمج معايير التقييم والتوصل الي معايير مشتركة مع الحفاظ علي الإنبعاثات كمعيار أساسي ، **لاحظ الأتي :**

- حقق تقييم الإدارة بنظام الـ BREEAM أعلي نسبة في تقييمه بنسبة 23% ثم النظام المصري .
- معيار الموقع حقق أعلي نسبة في التقييم بنظام GPRS بنسبة 40% .
- نظام GREEN STAR هي النظام الوحيد الذي حقق إعتبار الإنبعاثات كعنصر أساسي .

يستنتج مما سبق أن نظام التقييم الأسترالي GREEN STAR يمكن إعتباره أكثر نظم إهتماما بتقييم الإنبعاثات الكربونية وذلك بوضعها كعنصر تقييم أساسي .

9- نتائج البحث :

- من التحليل لنقاط التقييم الخاصة بالإنبعاثات كما بشكل 2 ، يأتي LEED في الأعلي بنسبة 10% رغم عن عدم سيقاها في معيار منفصل ، علي عكس GREEN STAR جاء بنسبة 9% في حين أنه يعتبرها عنصر تقييم أساسي.
- أتفقت نقاط تقييم الإنبعاثات الكربونية علي إستهداف مواد البناء خلال مراحل دورة لحياة ، ثم الأجهزة المستخدمة بالمباني ولأسيما أجهزة التبريد والتكييف .
- يعتبر نظام GREEN STAR شامل لكافة معايير التقييم المستهدفة للتنمية المستدامة ، وأهمها إعطاء مؤشر لتقييم الإنبعاثات الكربونية كمعيار مستقل .
- تتفاوت الأوزان النسبية لمعايير التقييم لكل نظام ومن نظام لأخر ، ولكن أتفق جميع نظم التقييم محل الدراسة علي ثقل الوزن النسبي لكل من معيار الطاقة ، والموقع وكذلك معيار جودة الفراغات الداخلية رغما عن تفاوت من نظام لأخر .

10- توصيات البحث :

- يوصي البحث بضرورة الإتفاق علي معايير شاملة ومشتركة لكافة النظم المقترحة ، مع تخصيص بند يمكن من خلاله تخصيص نقاط تعتمد علي المحلية تبعا لما تراه كل دولة أو مؤسسة مختصة ، مع مراعاة أن تستمد تلك المعايير الأساسية من الأهداف العامة للتنمية المستدامة بشكل عام .
- علي الرغم من وجود عناصر محددة لتقييم الإنبعاثات الكربونية في نظام GREEN STAR إلا أنه قد تكون النقاط الفرعية في عناصر التقييم للأنظمة الأخري أكثر تأثيرا من تلك المحددة في النظام الإسترالي .

- يوصـي البحث بضـرورة إعادة سـياق نقاط التقييم للنظام الأسـترالي GREEN STAR فيما يخص النقاط الخاصـة بالإنبعاثات وغيرها من المعايير الأخري ، حيث أنه يعطي مؤشـــر هام لإهتمامه بتقييم وتطبيق صـــفرية الإنبعاثات بالمباني .

11- المراجع :

(1) Chau C, Leung T, Ng W. A review on life cycle assessment, life cycle energy assessment and life cycle carbon emissions assessment on buildings. Appl Energy 2015, 143

(2) Chong WKO, Kwok KYG, Ariaratnam ST, Kim J. Structuring a comprehensive carbon-emission framework for the whole lifecycle of building, operation, and construction. J Archit Eng 2016.

(3) Erhorn-Kluttig, H. and Erhorn, H.: Terms and definitions used in the EU Member States for High Performance Buildings (2009). Information Paper soon available on the EU portal BUILD UP.

(4) Guggemos AA, Horvath A, Comparison of environmental effects of steel-and concrete-framed buildings. J Infrastruct System 2005;–101.

(5) Gong Y, Song D, Life cycle building carbon emissions assessment and driving factors decomposition analysis based on LMDI, a case study of Wuhan City in China, Sustainability 2015 –86.

(6) Hetherington et al, Zero and low carbon buildings: A driver for change in working practices and the use of computer modelling and visualization, In: 14th International Conference on Information Visualization , 27-29 July 2010, London South Bank University, London, UK. P3 .

(7) Marszal AJ, Heiselberg P, Bourrelle JS, Musall E, Voss K, Sartori I, et al. Zero energy building–a review of definitions and calculation methodologies. Energy Build 2011, 9.

(8) Riedy , C. , Lederwasch , A. & Ison , N. , Defining Zero emission building , review and recommendations : final report , Institute for Sustainable Future .

(9) Krishnan Gowrie Member ASHARAE, Green Building Rating System, ASHARAE Journal, 2004.

(10) ABO DHABI URBAN PLANING COUNCIL, ESTIDAMA: The Pearl Rating System: Design & Construction, Version 0.1, 2010, http//www.estidama.com , 25-6-2021 .

(11) BRE Global, "BREEAM Multiresidential Assessor Manuals :Technical Guidance Document", 2018, http://www.breeam.org , 2020.

(12) Green Building Council Australia: About GBCA, (2017). http://www.gbca.org.au/about

(13) Jinkim , J &Rigdon , Sustainable Architecture module : Qualities , Use , and Examples of Sustainable building Material , 2002 , WWW.umich.edu , 2020 .

(14) IEA, World Energy Balances, Overview, 2017, http://www.iea.org/publications/freepublications/WorldEnergybalances2017overview.pdf , accessed on 6-2021

(15) المركز القومي لبحوث البناء والإسكان ، المجلس المصري للأبنية الخضراء ، نظام تصنيف المباني الهرم الأخضر ، 2015 ، http://egypt-gbc.org/history.html .