

# پیشنهاد معیارهای اعتباری کلیدی ارزیابی پایداری، برای به روزرسانی و توسعه سیستم‌های بین‌المللی رتبه‌بندی ساختمان سبز<sup>۱</sup>

مریم ملازاده یزدانی<sup>۲</sup>

کلیدواژگان: معیارهای کلیدی، ساختمان پایدار، سیستم‌های رتبه‌بندی سبز، ابعاد سه‌گانه پایداری.

## چکیده

با تمرکز بر اعتبار گواهی‌نامه‌های سبز، که بیشتر بعد زیست‌محیطی پایداری را پوشش می‌دهند، تصویر عظیم سیمای پایداری نادیده گرفته می‌شود. از این منظر، توسعه معیارهای اعتباری کلیدی ابزارهای رتبه‌بندی و عرضه چارچوبی از معیارهای کلیدی برای ارزیابی شایسته و متعادل ابعاد سه‌گانه پایداری لازم و ضروری است. هدف از این تحقیق پیشنهاد معیارهای اعتباری کلیدی و قیاس‌پذیر در ابعاد سه‌گانه پایداری، برای به‌روزرسانی و توسعه سیستم‌های رتبه‌بندی بین‌المللی موجود و جدید است. بر این اساس پس از تعیین اهداف ساخت‌وساز پایدار بر مبنای سه رکن پایداری و شناسایی معیارهای کلیدی، از طریق مطالعات گسترده در مورد معیارهای هشت سیستم رتبه‌بندی از مناطق مختلف جهان، معیارهای اعتباری کلیدی با اهداف و پارامترهای سه‌گانه ساختمان پایدار، به منظور شناسایی معیارهای پوشش‌دهنده و کمبودهای آن، تطبیق داده شدند. بر اساس تحلیل‌های انجام‌شده، هفت معیار کلیدی انرژی، آب، سایت پایدار، مواد، ضایعات و آلودگی، کیفیت هوای داخل، و مدیریت برای توسعه

سیستم‌های جدید از سوی محققان و ابزارهای مورد مطالعه شناسایی شدند. که به ترتیب دو معیار کیفیت هوای داخل و مدیریت پارامترهای اجتماعی و اقتصادی و پنج معیار دیگر به طور شایسته پارامتر زیست‌محیطی را پوشش می‌دهند. علاوه بر این، پنج معیار کلیدی مکمل، مشتمل بر دو معیار آموزش و آگاهی از پایداری و حفاظت از منابع فیزیکی، برای پارامتر اجتماعی و سه معیار هزینه اولیه، هزینه مصرفی، و هزینه بازیافتی برای پارامتر اقتصادی شناسایی شدند که در مطالعه تحقیق‌ها به آن‌ها اشاره شده بود، اما در میان ابزارهای مورد مطالعه نبود. در این تحقیق در مجموع دوازده معیار کلیدی اقتصادی، اجتماعی، و زیست‌محیطی یادشده مبنای مشترک ابزارهای ارزیابی ساختمان پایدار برای به‌روزرسانی و توسعه سیستم‌های رتبه‌بندی پیشنهاد می‌شود.

## ۱. مقدمه

تا سال ۲۰۵۶، فعالیت اقتصادی جهانی پنج‌برابر، جمعیت جهانی بیش از ۵۰٪، مصرف انرژی جهانی تقریباً سه‌برابر، و فعالیت تولید جهانی حداقل سه‌برابر افزایش خواهند یافت.<sup>۳</sup> در سطح جهانی، بخش ساختمان، در مقایسه با سایر صنایع، یکی از صنایع پرجمعیت است.

۱. این مقاله برگرفته از پژوهش‌های دوره آموزشی دکتری فناوری معماری پردیس هنرهای زیبا، تحت عنوان مسائل محیطی بنا، با تدریس دکتر شاهین حیدری است.  
۲. دانشجوی دکتری فناوری معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران Maryam.yazdani@ut.ac.ir  
3. Matthews, et al, "The Weight of Nations-material Outflows from Industrial Economies", preface V; M.S.D.O. Ilha, et al, "Environmental Assessment of Residential Building s with an Emphasis on Water Conservation", pp. 15-26; P.O. Akadir, E.A. Chinyio, P.O. Olomolaiye, "Design of a Sustainable Building : A Conceptual Framework for Implementing Sustainability in the Building Sector", p. 127.

### پرسش‌های پژوهش

۱. معیارهای کلیدی در میان ابزارهای رتبه‌بندی ساختمان سبز کدام هستند؟
۲. آیا با معیارهای اعتباری در میان ابزارهای رتبه‌بندی ساختمان سبز می‌توان ابعاد سه‌گانه پایداری را ارزیابی کرد؟
۳. چه معیارهایی را می‌توان به مثابه مبنای مشترک ارزیابی ساختمان پایدار در راستای اهداف و تعادل میان ابعاد سه‌گانه پایداری، به منظور توسعه و به‌روزرسانی ابزارهای رتبه‌بندی بین‌المللی ساختمان سبز، پیشنهاد و عرضه کرد؟

رشد سریع مصرف انرژی جهان در حال حاضر مشکلاتی نظیر کمبود منابع انرژی، اثرات زیست‌محیطی سنگین، از بین بردن لایه ازن، انتشار دی‌اکسید کربن، گرمایش جهانی، تغییر اقلیم و آب و هوا نگرانی‌هایی را پیش می‌آورد.<sup>۴</sup> تولید مصالح ساختمانی، فاز ساخت‌وساز، و بهره‌برداری ساختمان ۴۰ تا ۵۰٪ از کل انرژی را مصرف می‌کنند.<sup>۵</sup> علاوه بر مصرف انرژی، صنعت ساخت‌وساز، با مصرف عمده مواد خام در حدود مصرف ۳ میلیارد تن سالانه یا ۴۰٪ مصرف جهانی<sup>۶</sup> و تولید حجم بالای زباله<sup>۷</sup>، یک عامل مهم برای آلودگی محیط زیست<sup>۸</sup> محسوب می‌شود. با توجه به چنین تأثیر قابل توجهی، صنعت ساختمان می‌تواند سهم ارزشمندی در توسعه پایدار داشته باشد. معماران، طراحان، و مهندسان نیز درگیر فرصت پیش‌آمده برای کاهش تأثیرات زیست‌محیطی ساختمان از طریق اجرای اهداف پایداری در مراحل طراحی ساختمان هستند. در حالی که ابتکارات، راهبردها، و فرایندهای پایدار بر آرمان‌های جهانی و اهداف استراتژیک متمرکز هستند، در تصمیم‌گیری یکپارچه در مقیاس کوچک ضعیف عمل می‌شود.<sup>۹</sup> دقیقاً در سطوح خرد است که اهداف پایداری باید، با استفاده از رویکرد جامع برای تسهیل تصمیم‌گیری، به اقدامات عملی مشخص تبدیل شوند. در این مورد، فناوری‌های جدید مانند روش‌های ارزیابی پایداری و زیست‌محیطی و سیستم‌های رتبه‌بندی ساختمان سبز، مانند بریم و لید<sup>۱۰</sup>، در سراسر جهان به اجرا درآمده‌اند. طبق گفته پایاژوهان و همکاران، بسیاری از ابزارهای رتبه‌بندی ساختمان سبز مشتمل بر مجموعه‌ای از پارامترها، برای ارزیابی پایداری ساختمان است. با وجود این هیچ چارچوب یا معیار اعتباری کلیدی برای عرضه اصولی و ارزیابی ابعاد پایداری در ابزارهای رتبه‌بندی ساختمان سبز وجود ندارد.<sup>۱۱</sup> علاوه بر این، آثار پایداری در آینده نزدیک فراتر از ساختمان‌های سبز گسترش خواهد یافت.<sup>۱۲</sup> بنا بر این، در تمرکز کردن بر اعتبار گواهی‌نامه‌های سبز، که بیشتر بعد زیست‌محیطی پایداری را پوشش می‌دهند، تصویر عظیم سیمای پایداری نادیده گرفته می‌شود.<sup>۱۳</sup> با توجه به این مسئله، همه سیستم‌های ارزیابی ساختمان سبز، در حال توسعه یافتن و تکمیل شیوه‌های فعلی در ایجاد ساختاری پایدار هستند و به طور مداوم و پیوسته معیارهایشان به‌روزرسانی می‌شوند. بنا بر این توسعه معیارهای اعتباری کلیدی ابزارهای رتبه‌بندی و عرضه چارچوبی از معیارهای کلیدی، که بتوان بر اساس ابعاد سه‌گانه پایداری را به طور شایسته و متعادل ارزیابی کرد، لازم و ضروری

4. R. Reed, A. Krajinovic-Bilos, "An Examination of International Sustainability Rating Tools: an Update", p. 1; Ilha, et al. *ibid*, p. 16; F. Asdrubali, et al, "A Comparison between Environmental Sustainability Rating Systems LEED and ITACA for Residential Buildings", p. 98.
5. World Energy Outlook. IEA, 2013. ISBN F 978-92-64-20131-6; Asdrubali, et al, *ibid*, pp. 98-99; L.G.G. Moncada, et al, "Influence of New Factors on Global Energy Prospects in the Medium Term: Comparison Among the 2010, 2011 and 2012 Editions of the IEA's World Energy Outlook Reports", pp. 1-23.
6. M. Yeheyis, et al, "An Overview of Construction and Demolition Waste Management in Canada: A Life Cycle Analysis Approach to Sustainability", p. 81; Yahya, et al, "Quantifying Environmental Impacts and Eco-costs from Brick Waste", pp. 189-200.
7. J.K.W. Wong & J. Zhou. "Enhancing Environmental Sustainability over Building Life Cycles through Green BIM: A Review", pp. 156-157; M. Osmani, et al, "Architects' ←

داده شدند تا مشخص شود کدام معیارها ابعاد سه‌گانه پایداری را پوشش می‌دهند و کدام ابعاد پایداری با نبود یا کمبود معیار ارزیابی مواجه است. در بخش دوم به روش استنتاجی، معیارهایی که در ادبیات تحقیق مشخص شده بودند، اما در معیارهای کلیدی وجود نداشتند، در راستای اهداف پایداری و ساختمان پایدار و به منظور برطرف کردن خلأ موجود، برای ابعاد سه‌گانه پایداری مطرح شدند. این معیارها به گونه‌ای عرضه شده‌اند که به یافتن راه‌حلی برای رسیدن به اهداف ساختمان پایدار و نیز ارزیابی موفق‌تر به کمک ابزارهای رتبه‌بندی بر اساس ارزیابی از چالش‌های زیست‌محیطی— که صنعت با آن‌ها مواجه است و در مقدمه تا حدودی بدان‌ها اشاره شد— می‌انجامد.

### ۳. اصول و اهداف ساختمان پایدار

رویکرد ساختمان پایدار روشی برای دستیابی به توسعه پایدار در صنعت ساختمان است که، با توجه به مسائل زیست‌محیطی<sup>۱۶</sup>، اجتماعی<sup>۱۷</sup>، و اقتصادی<sup>۱۸</sup>، مطرح شده است (ت ۱). این روش مسئولیت صنعت ساختمان در حفاظت از محیط زیست را نشان می‌دهد<sup>۱۹</sup> و لازم است در معیارهای سیستم‌های رتبه‌بندی ساختمان سبز، که در راستای اهداف توسعه پایدار گسترش یافته‌اند، دیده شود. مفهوم ساختمان پایدار اشاره به شیوه‌های مختلف در فرایند اجرای پروژه‌های ساختمانی است (ت ۲) و شامل آسیب کمتر به محیط زیست، جلوگیری از تولید زباله<sup>۲۰</sup>، افزایش استفاده مجدد از زباله در تولید مواد ساختمانی، مدیریت زباله<sup>۲۱</sup>، سودمندی برای جامعه، و سودآوری برای شرکت<sup>۲۲</sup> است.

است. هدف از این تحقیق تعیین و پیشنهاد معیارهای اعتباری کلیدی و قیاس‌پذیر در ابعاد سه‌گانه پایداری، برای به‌روزرسانی و توسعه سیستم‌های رتبه‌بندی بین‌المللی موجود و جدید است.

### ۲. روش تحقیق

این تحقیق، در دو بخش، بخش اول به روش تطبیقی—تحلیلی و بخش دوم به روش استنتاجی انجام شده است. در بخش نخست، ابتدا تحقیقات موجود در حوزه پایداری، برای اجرای اهداف پایداری در صنعت ساختمان از منظر چرخه زندگی، تهیه و بازخوانی شدند تا مبنایی برای جهت‌یابی، شناسایی، و تعیین معیارهای اعتباری کلیدی فراهم آید. پس از تعریف اهداف، معیارهای کلیدی بر اساس ادبیات تحقیق شناخته شدند. برای این منظور در ابتدا مقالات، پایان‌نامه‌ها، و کتب مربوطه برای تعیین معیارهای اعتباری کلیدی بررسی گسترده‌ای شد. سپس هشت ابزار رتبه‌بندی ساختمان سبز که کاربرد وسیع‌تری دارند از مناطق مختلف جهان، بر اساس طبقه‌بندی مصوب شورای ساختمان سبز جهان<sup>۱۴</sup> (تأسیس ۲۰۱۵)، انتخاب شد. در هشت ابزار انتخاب‌شده طرح‌های مختلفی هست<sup>۱۵</sup>. در این تحقیق بر روی آخرین نسخه منتشرشده ساختار جدید ساختمان‌های غیر مسکونی تمرکز شده است. هر یک از ابزارهای رتبه‌بندی معیارهای اعتباری مختلفی دارند، با شناسایی معیارهای اعتباری مشترک، معیارهای کلیدی این ابزارها نیز شناسایی شدند. پس از تعیین معیارهای کلیدی موجود بر اساس ادبیات تحقیق و ابزارهای رتبه‌بندی، این معیارها با پارامترهای سه‌گانه پایداری و اهداف ساختمان پایدار تطبیق

۹. نک:

Perspectives on Construction Waste Reduction by Design"; Riedy, et al, *Defining Zero Emission Building S-review and Recommendations*.  
8. Yahya, et al, ibid; Y. Tan, et al, "Sustainable Construction Practice and Contractors' Competitiveness: A Preliminary Study", pp. 225-226.

O.O. Ugwu, et al, "Sustainability Appraisal in Infrastructure Projects (SUSAIP): Part 1. Development of Indicators and Computational Methods".  
10. BREEM & LEED

۱۱. نک:

D. Papajohn, et al, "Uncovering Key Criteria to Assess Sustainability Rating Systems for the Built Environment".

ت ۱. موضوعات کلیدی ساختمان پایدار، مأخذ:

Akadiri & Chinyio & Olomolaiye, "Design of a Sustainable Building : A Conceptual Framework for Implementing Sustainability in the Building Sector", p. 128.

پایداری اجتماعی	پایداری اقتصادی	پایداری زیست‌محیطی
<ul style="list-style-type: none"> <li>- پیشرفت اجتماعی</li> <li>- احترام به کارکنان</li> <li>- کار با جوامع محلی و کاربران آن</li> <li>- کار مشارکتی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- حفاظت از پایداری رشد اقتصادی</li> <li>- تحویل پروژه بهبودیافته</li> <li>- افزایش سودآوری و بهره‌وری</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- حفاظت مؤثر محیط زیست و ارتقای تنوع زیستی</li> <li>- استفاده محتاطانه و مؤثر از منابع طبیعی</li> <li>- بهبود بهره‌وری انرژی</li> <li>- اجتناب از آلودگی</li> <li>- برنامه‌ریزی حمل‌ونقل</li> </ul>

#### ۴. ارزیابی پایداری در سیستم‌های تبه‌بندی ساختمان سبز

مطابق با نظر آژانس حفاظت از محیط زیست، ساختمان سبز، به منظور کاهش آثار کلی محیط ساخته شده، بر سلامت انسان و محیط طبیعی، با استفاده کارآمد از انرژی، آب، و سایر منابع، از سلامت ساکنان حفاظت می‌کند و بهبود بهره‌وری کارکنان را به همراه کاهش ضایعات و آلودگی و تخریب محیط زیست به ارمغان می‌آورد.<sup>۲۳</sup> صرف نظر از توجه به محیط زیست، در اکثر تعاریف ساختمان‌های سبز بر بهداشت و سلامت انسان‌ها تأکید می‌شود<sup>۲۴</sup>، همچنین در تعاریف خاص دیگری از ساختمان سبز بر روی ملاحظات هزینه‌ای توجه شده است.<sup>۲۵</sup> به طور مثال،

اهداف ساختمان پایدار		
پایداری اجتماعی	پایداری اقتصادی	پایداری زیست‌محیطی
طراحی برای انطباق انسان	بهره‌وری هزینه	حفاظت از منابع

به طور کلی، محققین در خصوص گستردگی اصول ساختمان پایدار توافق‌هایی دارند، اما به زعم همه آن‌ها آنچه منعکس‌کننده توسعه پایدار است همسازی روابط بین جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی، و زیست‌محیطی پایداری است. از هریک از این سه رکن پایداری و اصول مرتبط با آن می‌توان مجموعه‌ای بی‌انتهای و با اطمینان از اصول و رهنمودهای خاص برای دستیابی به ساختمان پایدار، که شامل ارزیابی زیست‌محیطی، اجرای روش‌های پایدار، و هدایت روند ساخت‌وساز در همه سطوح است، بهره برد و معیارهایی را برای به‌روزرسانی و توسعه ابزارهای ارزیابی پایداری ساختمان‌های سبز در مسیر توسعه پایدار استخراج کرد. مطابق با بررسی‌های انجام‌شده در ادبیات تحقیق، سه هدف کلی برای اجرای ساخت‌وساز پایدار تعیین شده است. این در حالی است که اصول سه‌گانه پایداری (اجتماعی، محیط زیست، و اقتصادی) پیش‌تر مشخص شده‌اند. اهداف یادشده شامل حفاظت منابع، بهره‌وری هزینه و طراحی برای انطباق انسان هستند (ت ۳).

۱۲. نک:

T. Runde, et al, "Integating Sustainability and Green Building into the Appraisal Process"; Berardi, "Clarifying the New Interpretations of the Concept of Sustainable Building".

ت ۲ (پایین). اصول پیشنهاد شده برای ساختمان پایدار، مأخذ: Ibid, p. 129.

Ibid, p. 129.

ت ۳ (چپ). اهداف سه‌گانه ساختمان پایدار، تدوین: نگارنده.

منابع	اصول پیشنهادشده برای ساختمان پایدار
Halliday, <i>Sustainable Construction</i>	اقتصاد، جوامع حمایت‌کننده، ایجاد محیط‌های سالم، تنوع زیستی بیشتر، آلودگی حداقل
DETR, Department of the Environment, Transport and the Regions.	سودآوری و رقابت‌پذیری، رضایت مشتریان و مشتریان و بهترین ارزش، احترام به ذی‌نفعان و برخورد با ذی‌نفعان، افزایش و محافظت از محیط طبیعی و به حد اقل رساندن تأثیر بر مصرف انرژی و منابع طبیعی
Hill & Bowen, "Sustainable Construction: Principles and a Framework for Attainment".	ستون اجتماعی: بهبود کیفیت زندگی، قوانین برای تصمیمات اجتماعی و تنوع فرهنگی، حفاظت و ارتقای سلامت انسان از طریق یک محیط کاری سالم، و غیره. ستون اقتصادی: اطمینان از قابلیت دسترسی مالی، ایجاد اشتغال، اتخاذ حسابداری کامل هزینه، افزایش رقابت، مدیریت زنجیره تأمین پایدار. ستون بیوفیزیکی: مدیریت زباله، استفاده محتاطانه از چهار منبع عمومی ساختمان (آب، انرژی، مواد، و زمین)، جلوگیری از آلودگی محیط زیست، و غیره. ستون فنی: سازه بادوام، عملکردی، ساختاری با کیفیت، و غیره.
Miyatake, "Technology Development and Sustainable Construction".	به حداقل رساندن مصرف منابع، حداکثر استفاده مجدد از منابع، استفاده از منابع تجدیدپذیر و قابل بازیافت، حفاظت از محیط طبیعی، ایجاد یک محیط سالم و غیر سمی، و پیگیری کیفیت در ایجاد محیط زیست.
Cole & Larsson, "GBC '98 and GB Tool".	کاهش مصرف منابع (انرژی، زمین، آب، مواد)، بارهای محیطی (انتشار هوا، ضایعات جامد، زباله‌های مایع)، و بهبود کیفیت محیط زیست داخلی (کیفیت هوا، حرارت، بصری، و صوتی).
Kibert, <i>Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery</i>	ایجاد و مدیریت مسئولیت یک محیط زیست سالم بر مبنای بهره‌وری منابع و اصول زیست‌محیطی.

یکی از اقدامات ساختمان سبز کاهش تأثیرات قابل توجه سهم ساختمان بر محیط زیست، جامعه، و اقتصاد است.<sup>۲۶</sup> بنا بر این معیارهای مورد استفاده در ابزارهای ارزیابی ساختمان سبز، باید پارامترهای مورد نیاز برای ایجاد یک ساختمان سبز را نشان دهند، که پارامترهای سه‌گانه زیست‌محیطی، اجتماعی، و اقتصادی هستند.<sup>۲۷</sup> بنا بر این در این تحقیق یک ساختمان سبز، ساختمانی سازگار با محیط زیست، که از منابع انرژی، آب، و مواد استفاده کارآمد می‌کند و محیط زندگی و کار سالم و بهتر برای کاربران فراهم می‌آورد و در احداث آن به جنبه‌های اقتصادی در طول عمر ساختمان اهمیت می‌دهند، تعریف شده است. برآورد شده است که حدود ۶۰۰ سیستم رتبه‌بندی ساختمان سبز<sup>۲۸</sup>، که اولین آن سیستم بریم گفته شده<sup>۲۹</sup>، در سراسر جهان هست. این سیستم‌ها برای ارزیابی عملکرد ساختمان و بر اساس معیارهای اعتباری طراحی شده‌اند. بنا بر این مجموعه معیارهای اعتباری معرفی شده با هر ابزار رتبه‌بندی یک اثر مهم روی ارزیابی عملکرد ساختمان دارد. علاوه بر این اگر مجموعه معیارهای اعتباری عملکرد ساختمان را منعکس نکنند، تلاش برای توسعه ساختمان به شیوه‌ای سازگار با محیط زیست و اجتماع بهبود خواهد بود. بدین خاطر در این بخش، در دو مرحله، معیارهای کلیدی ارزیابی پایداری ساختمان سبز، بر اساس ادبیات تحقیق و سیستم‌های رتبه‌بندی شناسایی شدند تا مشخص شود کدام معیارها ابعاد سه‌گانه پایداری و اهداف ساخت‌وساز پایدار را پوشش می‌دهند و کدام جنبه‌های پایداری، معیار کلیدی و تعریف‌شده‌ای برای ارزیابی ندارند.

## ۵. معیارهای کلیدی ارزیابی پایداری بر اساس ادبیات تحقیق

در این بخش مطالعات گسترده‌ای در مورد شناسایی و استخراج معیارهای اعتباری مشخص شده برای ابزارهای ارزیابی ساختمان سبز و توسعه ابزارهای رتبه‌بندی سبز جدید،

که اهداف و پارامترهای سه‌گانه پایداری و ساخت‌وساز پایدار را پوشش می‌دهند، صورت پذیرفت، که خلاصه آن در «ت ۴» ارائه شده است. بر اساس تحقیقات انجام‌شده (ت ۴) در زمینه توسعه ابزارهای رتبه‌بندی سبز جدید و شناسایی شکاف معیارهای اعتباری رتبه‌بندی، واضح است که در بیشتر این تحقیقات انواع مشابهی از معیارهای اعتباری در ابزارهای ارزیابی مربوط به خودشان تعریف می‌شوند. تقریباً همه محققان معیارهای اعتباری سایت، آب، انرژی، کیفیت هوای داخل، مواد، ضایعات، و آلودگی را با عنوان معیارهای اعتباری کلیدی تعیین کرده‌اند (ت ۵). علاوه بر این معیار مدیریت نیز در بسیاری از مطالعات تحقیقاتی با اولویت بالا مورد توجه است.<sup>۳۰</sup> با این حال، در تحقیقات خاصی بر جنبه‌هایی مانند: هزینه و اقتصاد<sup>۳۱</sup>، تأثیر فاز ساخت‌وساز، و بازسازی<sup>۳۲</sup> عمدتاً با توجه به الزامات خاص پروژه‌ها، تمرکز شده است. علاوه بر این در برخی مطالعات آثار اقتصادی و اجتماعی در نظر گرفته شده‌اند.<sup>۳۳</sup> این در حالی است که جنبه‌های یادشده مستقیماً از سوی اکثریت مورد توجه نبوده است. در برخی از مطالعات پیشین<sup>۳۴</sup> حمل‌ونقل یکی از معیارهای اعتباری در نظر گرفته شد و این جنبه در بیشتر مطالعات عمدتاً تحت تأثیر معیار آلودگی بود.<sup>۳۵</sup> در این تحقیق هم حمل‌ونقل در معیار ضایعات و آلودگی در نظر گرفته شده است و معیار اعتباری کلیدی جداگانه‌ای نیست. مطابق با «ت ۴ و ۵»، در معیارهای کلیدی به طور گسترده‌ای جنبه‌های زیست‌محیطی ساختمان سبز مورد توجه هستند، در حالی که به ابعاد اجتماعی و اقتصادی پایداری کمتر توجه شده است.

## ۶. معیارهای کلیدی بر اساس سیستم‌های رتبه‌بندی بین‌المللی

در این تحقیق هشت ابزار رتبه‌بندی ساختمان سبز از مناطق مختلف جهان انتخاب شده است. انتخاب این ابزارها بر اساس طبقه‌بندی مصوب شورای ساختمان سبز جهان صورت گرفته

۱۳. نک:

D.T. Doan, et al, "A Critical Comparison of Green Building Rating Systems"; Runde, et al, ibid.

14. The World Green Building Council (WGBC): <http://www.worldgbc.org/>

۱۵. به طور مثال در لید پیچ برنامه اصلی هست: ۱. طراحی ساختمان و ساخت‌وساز، ۲. طراحی داخلی و ساخت‌وساز، ۳. عملیات ساخت‌وساز و نگهداری، ۴. توسعه همسایگی، ۵. خانه United States Green Building)

(Council [USGBC], 2015

16. environmental (ENV)

17. social (SOC)

18. economic (ECO)

۱۹. نک:

G.K. Ding, "Sustainable Construction—The Role of Environmental Assessment Tools"; Shen, et al, "Project Feasibility Study: The Key to Successful Implementation of Sustainable and Socially Responsible Construction Management Practice".

۲۰. نک:

L. Ruggieri, "Recovery of Organic Wastes in the Spanish Wine Industry, Technical, Economic and Environmental Analyses of the Composting Process".

ت ۴. خلاصه تحقیقات پیرامون معیارهای ابزارهای رتبه‌بندی و ارزیابی ساختمان سبز، تدوین: نگارنده.

است. از ۷۱ عضو شورای ساختمان سبز ۲۷ کشور خودشان شورای ساختمان سبز دارند. کشورهای عضو تحت پنج منطقه جغرافیایی بنیادی شامل امریکا، اروپا، آسیا و اقیانوس آرام، خاورمیانه، شمال آفریقا، و آفریقا طبقه‌بندی شده‌اند. در این تحقیق هم بر این پنج منطقه و کشورهای عضو شورای ساختمان سبز جهانی تمرکز شده است. در ابتدا، مطالعه

گسترده‌ای بر روی ۷۱ عضو شورای ساختمان سبز انجام شد و در جریان آن ابزارهای پرکاربرد شناسایی شدند. در این ۷۱ کشور، کشورهایی با ابزار رتبه‌بندی مربوط به خود و کشورهایی با ابزارهای رتبه‌بندی خاص به‌روز شده بودند. در برخی کشورها ابزار رتبه‌بندی بریم و لید با وجود ابزار رتبه‌بندی خاص مربوط به آن کشور، به طور گسترده‌ای استفاده شده بودند. در چنین

معیارها	نویسنده / منبع
۷ شاخص کارایی مؤثر: تعمیر و نگهداری تجهیزات، کنترل انتشار هوا، کنترل انتشار صدا، کنترل انتشار آب، کنترل انتشار ضایعات، آثار اکولوژیکی زیست‌محیطی و مصرف انرژی +۶ شاخص کارایی مدیریت	Tam, et al, "Green Construction Assessment for Environmental Management in the Construction Industry of Hong Kong"
فاکتور عملکرد: مصرف منابع طبیعی، کیفیت محیط داخل و مسئولیت زیست‌محیطی، کیفیت محیط و فضای باز، فاکتور تصمیم‌گیری: تکنولوژی پایدار، طراحی پایدار، برنامه پایدار، و مدیریت پایدار.	Liu, et al, "Developing Regionally Specific Environmental Building Tools for China".
موقعیت محلی، مصالح ساختمانی، مصرف آب و انرژی، فاز بازسازی و مدیریت ضایعات.	San-Jose, et al, "Approach to the Quantification of the Sustainable Value in Industrial Buildings"
سایت، بهره‌وری انرژی، بهره‌وری آب، مواد، کیفیت هوای داخل، ضایعات و انتشار، هزینه و اقتصاد.	Ali & Al Nsairat, "Developing a Green Building Assessment Tool for Developing Countries Case of Jordan".
صرفه‌جویی در زمین و محیط فضای باز، بهره‌برداری و صرفه‌جویی انرژی، کیفیت هوای داخل، و اقتصاد.	Wei, et al, "Research on Assessment Method of Green Buildings in China".
معیارهای زیست‌محیطی: استفاده از زمین و تأثیر بر اکولوژی، حمایت از مدیریت منابع، انتشار هوا، انتشار زمین / ضایعات جامد، انتشار آب، آثار خواص مجاورت، مصرف انرژی تجدیدپذیر، مصرف آب قابل انتقال. معیارهای اقتصادی: حسابداری سه‌گانه، کارایی، قابلیت اجرا، انعطاف‌پذیری. معیارهای اجتماعی: آموزش و آگاهی، حمایت از انسجام اجتماعی، دسترس‌پذیر بودن، مشارکت در فرصت‌ها، سلامت و تندرستی انسان، جنبه‌های فرهنگی و میراثی، مردم محلی و شغلی.	Shari, <i>Development of a Sustainability Assessment Framework for Malaysian Office Buildings Using a Mixed-methods Approach</i> ; Shari & Soebarto, "Green vs. Sustainability Performance Assessment: A Case Study of an Office Building in Putrajaya, Malaysia".
مدیریت، کیفیت هوای داخل، سایت پایدار، انرژی، آب و مدیریت ضایعات، مواد، جنبه‌های اقتصادی، کیفیت سرویس‌دهی، انتشار، ریسک، و نوآوری.	Alyami & Rezgui, "Sustainable Building Assessment Tool Development Approach".
معیارهای زیست‌محیطی: سایت پایدار، مواد پایدار، طراحی پایدار، حفاظت آثار، انرژی، آب، زیاده، صدا، انتشار، و منابع. معیارهای اقتصادی: هزینه زمین، هزینه ساخت‌وساز، هزینه عملیاتی، هزینه اشغال، هزینه تخریب، ارزش استفاده مجدد به جای تخریب و سایر هزینه‌ها و عوارض. معیارهای اجتماعی: تأثیر بر جامعه، ادغام شهری، دسترسی به امکانات، بهداشت محیط و ایمن کردن محیط کار، سلامت و اسایش شغلی، روابط متقابل، رضایت و بهره‌وری شغلی، تأثیرات محلی.	Liu, et al, "Building Sustainable Score (BSS)-A Hybrid Process Approach for Sustainable Building Assessment in China".
بهره‌وری انرژی، بهره‌وری آب، کیفیت هوای داخل، مدیریت سایت، مواد و منابع، نوآوری، حمل‌ونقل، آب و انتشار، و مدیریت.	Hamid, et al, <i>Towards a National Green Building Rating System for Malaysia</i> .
(لایه پایه، لایه عمومی، لایه تخصصی) - لایه تخصصی: بهره‌وری مصرف زمین، بهره‌وری انرژی، بهره‌وری آب، بهره‌وری مواد، کیفیت محیط داخل، و عملکرد ساختمان.	Ye, et al, "Developments of Green Building Standards in China".
سایت، بهره‌وری انرژی، بهره‌وری آب، مواد، کیفیت هوای داخل، زیاده و الودگی	Chandratilake & Dias, "Ratio Based Indicators and Continuous Score Functions for Better Assessment of Building Sustainability".
چشم‌انداز، بهره‌وری انرژی، بهره‌وری آب، مواد و منابع، کیفیت هوای داخل، مدیریت ساخت‌وساز و مدیریت عملکردی	Ye, et al, <i>ibid</i> .
سایت پایدار، بهره‌وری انرژی، بهره‌وری آب، مواد و منابع، کیفیت هوای داخل، آب و الودگی، و... (جنبه اقتصادی و نوآوری)	Berardi, "Sustainability Assessments of Buildings, Communities, and Cities".
انتخاب سایت، محیط زیست، منابع ساختمان و استفاده مجدد، خدمات ساختمان و مدیریت، تکنیک‌های ساخت‌وساز نوآورانه، سلامت و ایمنی محیطی، سیستم‌های مکانیکی، کیفیت هوای داخل و اقتصاد.	Vyas & Jha, "Identification of Green Building Attributes for the Development of an Assessment Tool: A Case Study in India".

کاسبی مطرح نشده است، اما در معیار اعتباری مواد و منابع امتیازهای اعتباری مانند ذخیره آب، استفاده مجدد آب باران، و استفاده مجدد آب خاکستری دقیقاً در جزئیات مشابه سایر ابزارهای رتبه‌بندی در نظر گرفته شده‌اند.<sup>۳۳</sup> مواد و منابع و سایت پایدار معیارهای اعتباری دیگری هستند که با اکثر ابزارهای رتبه‌بندی به‌جز مارک سبز تثبیت شده‌اند. در مارک سبز معیار محافظت محیط زیست گروه وسیعی از جنبه‌های مربوط به ساخت‌وساز پایدار، محصولات پایدار، مدیریت سرمایه‌ش، تأمین سبز شامل همه محتوی منابع و مواد دوست‌دار محیط زیست و استفاده پایدار را پوشش می‌دهد.<sup>۳۴</sup> تقریباً همه ابزارهای انتخابی به‌جز کاسبی و مارک سبز معیار نوآوری دارند. این معیار پاداشی برای ایده‌های ابتکاری جدید است که در پوشش معیارهای اعتباری برگرفته از مطالعات تحقیق مطرح نشده است. تقریباً در همه ابزارهای مورد مطالعه در این تحقیق معیارهای

شرایطی اگر یک ابزار قابل قبول در منطقه باشد، نماینده آن منطقه برای این مطالعه انتخاب شده است.<sup>۳۶</sup> همه ابزارهای رتبه‌بندی ساختمان سبز مطالعه‌شده در این تحقیق، در «ت ۶» ارائه شده است.<sup>۳۷</sup> در هریک از ابزارهای ارزیابی ساختمان سبز معیارهای اعتباری مختلفی هست که در «ت ۷» قابل مشاهده است.

هرکدام از ابزارهای ارزیابی مورد مطالعه، معیارهای اعتباری مختلفی برای ارزیابی دارند (ت ۷). بعضی معیارهای اعتباری مطرح‌شده در ابزارهای رتبه‌بندی مشترک هستند (ت ۸)، به‌طور مثال انرژی و کیفیت هوای داخل معیارهایی هستند که به وسیله ابزارهای رتبه‌بندی انتخاب‌شده مطرح شده‌اند.<sup>۳۸</sup> علاوه بر این معیار آب به‌طور مستقیم در همه ابزارهای رتبه‌بندی به‌جز کاسبی مورد توجه بوده است. اگرچه معیار اعتباری مستقیمی بر کارایی آب برای

۲۱. نک:

P. Asokan. et al, "Assessing the Recycling Potential of Glass Fibre Reinforced Plastic Waste in Concrete and Cement Composites".

۲۲. نک:

M.L. Tseng, et al, "Fuzzy AHP-based Study of Cleaner Production Implementation in Taiwan PWB Manufacturer"; A.M. Turk, "The Benefits Associated with ISO 14001 Certification for Construction Firms: Turkish Case".

23. US.EPA, *Green Building*, <https://www.epa.gov/>

۲۴. نک:

R. Reed, A. Krajinovic-Bilos, "An Examination of International Sustainability Rating Tools: an Update"; Asdrubali, et al, "A Comparison between Environmental Sustainability Rating Systems LEED and ITACA for Residential Buildings"; Chan, et al, "The Market for Green Building in Developed Asian Cities—the Perspectives of Building Designers"; United States Green Building Council [USGBC], 2015

ت ۵. معیارهای اعتباری کلیدی بر اساس تحقیقات «ت ۴»، تدوین: نگارنده.

پارامترهای ساختمان سبز و پایدار	زیست‌محیطی					اجتماعی	اقتصادی
	حفاظت از منابع طبیعی					طراحی برای انطباق انسانی	بهره‌وری هزینه
اهداف ساختمان پایدار	سایت	آب	انرژی	مواد	زباله و آلودگی (حمل و نقل)	کیفیت هوای داخل	مدیریت
معیارهای ارزیابی ساختمان سبز نویسنده							
Vyas & Jha, ibid.	*	*	*	*	*	*	*
Berardi, ibid.	*	*	*	*	*	*	-
Chandratilake & Dias, ibid.	*	*	*	*	*	*	-
Ye, et al, ibid.	*	*	*	*	-	*	-
Ibid.	*	*	*	*	*	*	-
Hamid, et al, ibid.	*	*	*	*	*	*	*
Liu, et al, ibid.	*	*	*	*	*	*	-
Salehudin, et al, "Sustainable Resort Development: Malaysian Case Studies".	*	*	*	*	*	*	*
Shari, ibid.	*	*	*	*	*	*	*
Wei, et al, ibid.	*	*	*	*	*	*	-
Ali & Al Nsairat, ibid.	-	*	*	*	*	*	-
San-Jose, et al, ibid.	*	*	*	*	*	-	-
Liu, et al, "Developing Regionally Specific Environmental Building Tools for China".	*	*	*	-	*	*	*
Tam, et al, ibid.	*	*	*	-	*	*	*

۲۵. نک:

K. Gowri, "Green Building Rating Systems: An Overview"; U.S EPA, ibid.

۲۶. نک:

I.C.S. Illankoon, et al, "Key Credit Criteria Among International Green Building Rating Tools"; J. Zuo & Z.Y. Zhao, "Green Building Research- Current Status and Future Agenda: A Review".

۲۷. نک:

Illankoon, et al, ibid; Zuo & Zhao, ibid.

۲۸. نک:

S. Vierra. *Green Building Standards and Certification Systems*.

۲۹. نک:

Doan, et al, ibid; S.H. Alyami & Y. Rezgui, "Sustainable Building Assessment Tool Development Approach"; W.L. Lee, "A Comprehensive Review of Metrics of Building Environmental Assessment Schemes"; Mitchell, "Green Star and NABERS: Learning from the Australian Experience with Green Building Rating Tools".

ت ۶ ابزارهای رتبه‌بندی ساختمان سبز (مورد مطالعه در این تحقیق)، تدوین: نگارنده.

اعتباری کیفیت هوای داخل، انرژی، سایت، آب، مواد، و نوآوری را با عنوان معیارهای اعتباری کلیدی تثبیت شده‌اند (ت ۸). علاوه بر این، دو معیار مدیریت و آلودگی (حمل‌ونقل) نیز در بسیاری از این ابزارها مورد توجه بوده و تثبیت شده‌اند.

## ۷. جمع‌بندی، تجزیه و تحلیل معیارهای کلیدی ارزیابی ساختمان سبز

پس از تعیین و تطبیق معیارهای کلیدی بر اساس ادبیات تحقیق و ابزارهای ارزیابی، هفت معیار کلیدی مشترک شناسایی شدند: سایت، انرژی، آب، کیفیت محیط داخل، مواد، زباله و آلودگی، و مدیریت. از آنجا که معیار نوآوری به طور خاص با امتیاز اعتباری دقیقی مشخص نشده و با معیارهای برگرفته از مطالعات تحقیق اشتراکی ندارد، از فهرست معیارهای اعتباری کلیدی تعیین شده حذف شد. مطابق با «ت ۴ و ۵ و ۷ و ۸» اهداف و پارامترهای سه‌گانه پایداری تا حدودی در ایجاد معیارهای کلیدی اعتباری در نظر گرفته شده‌اند، به گونه‌ای که در معیارهای کلیدی شناسایی شده به طور گسترده‌ای جنبه‌های زیست‌محیطی ساختمان سبز را، با توجه به عدم وضوح معیارهای اقتصادی در توسعه همه ابزارهای ارزیابی ساختمان سبز، نشان می‌دهد. معیارهای مورد بررسی در «ت ۹» می‌توانند نتایج بارزی در به‌روزرسانی و توسعه ابزارهای رتبه‌بندی ساختمان سبز داشته باشند.

شایسته تأمین نمی‌کند. اگرچه معیارهای اعتباری زیادی هستند که برای توسعه ابزارهای رتبه‌بندی ساختمان سبز مشخص و اکثراً در معیارهای اعتباری کلیدی شناخته شده‌اند، معیارهای اعتباری خاصی هستند که در ابزارهای رتبه‌بندی مشخص نیستند (ت ۹). این معیارهای اعتباری باید مورد ملاحظه و توجه قرار گیرند. مطابق با «ت ۴ و ۹»، معیارهای متمرکز بر جنبه اجتماعی تا حدودی در ادبیات تحقیق مشخص شده‌اند، اما در ابزارهای رتبه‌بندی به آن‌ها توجه نشده است، به‌جز معیار میراث فرهنگی، که با امتیاز مستقیم در کاسی و برخی ابزارها مانند بیم پلاس مشخص شده‌اند. جنبه‌های اقتصادی نیز در بسیاری از تحقیقات بررسی شده‌اند (ت ۴ و ۹)، با وجود این در بسیاری از ابزارهای ارزیابی مورد توجه نبوده است. ژانگ و همکاران در مقایسه بریم و لید و استاندارد چین برای ارزیابی ساختمان سبز نتیجه گرفتند که به هماهنگی روابط بین عملکرد اقتصادی ساختمان‌ها و عملکرد محیطی و شاخص‌های ارزیابی باید توجه کرد<sup>۴</sup>. این امر نیاز به در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی ساختمان سبز را، با توجه به عدم وضوح معیارهای اقتصادی در توسعه همه ابزارهای ارزیابی ساختمان سبز، نشان می‌دهد. معیارهای مورد بررسی در «ت ۹» می‌توانند نتایج بارزی در به‌روزرسانی و توسعه ابزارهای رتبه‌بندی ساختمان سبز داشته باشند.

کشورهای استفاده‌کننده	ابزار ارزیابی	منطقه	کشورهای استفاده‌کننده	ابزار ارزیابی	منطقه
چین تایپه	LEED	آسیا-اقیانوسیه	آرژانتین، برزیل، کانادا، شیلی، پرو، ایالات متحده	LEED	امریکا
هنگ کنگ	BEAM Plus		لهستان، اسپانیا، سوئد، ترکیه	LEED	اروپا
سنگاپور	Green Mark		کرواسی، آلمان، هلند، لهستان، اسپانیا، سوئد، ترکیه، انگلستان	BREEAM	
ژاپن	CASBEE		افریقای جنوبی	Green Star	افریقای جنوبی
مالزی	GBI		اردن، امارات متحده عربی	LEED	افریقای شمالی و خاورمیانه
هند	IGBC		امارات متحده عربی	BREEAM	
استرالیا، نیوزیلند	Green Star				



## ۸. معیارهای کلیدی پیشنهادی ارزیابی پایداری

برای ارزیابی پایداری ساختمان‌ها نیاز به معیارهای اعتباری است که بتوان با آن‌ها همه ابعاد سه‌گانه پایداری را به صورت متعادل و هماهنگ بررسی کرد. از هفت معیار کلیدی شناسایی شده، معیار کیفیت هوای داخل پارامتر اجتماعی، معیار مدیریت پارامتر اقتصادی، و معیارهای انرژی، آب، زمین، مواد، و زباله و آلودگی به طور گسترده و شایسته پارامتر زیست‌محیطی را پوشش می‌دهند. مطابق با «ت ۵ و ۷ و ۸» دو معیار کیفیت هوای داخل و مدیریت نتوانسته‌اند اهداف ساختمان پایدار را که در «ت ۱ و ۳» بخش اول ارائه شده به طور کامل پوشش دهند. بنا بر این در کنار پذیرفتن هفت معیار شناسایی شده، لازم بود که معیارهای تکمیل‌کننده کلیدی برای رسیدن به اهداف ساخت‌وساز پایدار بر اساس «ت ۱ و ۳ و ۹» با عنوان معیارهای کلیدی ارزیابی پایداری در سیستم‌های رتبه‌بندی، برای به‌روزرسانی، توسعه، تکامل، و قیاس‌پذیری معیارهای اعتباری سیستم‌های رتبه‌بندی، پیشنهاد شود (ت ۱۰). لازم به ذکر است که معیارهای پیشنهادی بر اساس ادبیات تحقیق و در راستای اهداف سه‌گانه ساختمان

پایدار، به همراه روش‌ها و راه‌حلهایی عرضه شده‌اند تا ضمن پاسخ‌گویی به اهداف پایداری، فرصتی برای ترویج و اجرای این اهداف را فراهم و از این طریق در ارزیابی امتیاز مطلوبی دریافت کنند. این معیارها در ادامه شرح می‌شوند.

### ۸.۱. معیارهای کلیدی پیشنهادی ارزیابی پایداری زیست‌محیطی

در این بخش، معیارهای کلیدی پیشنهادی زیست‌محیطی با هدف «حفاظت از منابع» که به معنای دستیابی به بیشتر با کمتر است بیان می‌شود. هدف مدیریت مصرف انسانی از منابع طبیعی با حفظ ظرفیت آن است، در حالی که این منابع بیشترین منفعت را برای نسل‌های کنونی، با توجه به نیاز نسل‌های آینده، فراهم می‌کنند<sup>۴۲</sup>، این مبحث به موضوع اصلی توسعه پایدار تبدیل شده است. هالیدی بیان می‌کند که منابع تجدیدناپذیر به شدت رو به کاهش هستند و در مصرف باقی‌مانده آن‌ها باید احتیاط شود، او جانشینی مواد تجدیدپذیر را به جای منابع تجدیدناپذیر پیشنهاد می‌دهد.<sup>۴۳</sup> در این باره بیانیه‌های بسیاری در مورد نیاز به پیشرفت‌های بنیادین در مصرف منابع انرژی و مواد صادر شده

۳۰. نک:

Y. Liu, et al, "Developing Regionally Specific Environmental Building Tools for China"; M.S. Salehudin, et al, "Sustainable Resort Development: Malaysian Case Studies"; C.M. Tam, et al, "Green Construction Assessment for Environmental Management in the Construction Industry of Hong Kong".

۳۱. نک:

H.H. Ali & S.F. Al Nsairat, "Developing a Green Building Assessment Tool for Developing Countries Case of Jordan".

۳۲. نک:

E.J. San-Jose, et al, "Approach to the Quantification of the Sustainable Value in Industrial Buildings"; 33. Liu, et al, "Building Sustainable Score (BSS)-A Hybrid Process Approach for Sustainable Building

ت ۷. معیارهای اعتباری ابزارهای ارزیابی ساختمان سبز (مورد مطالعه در این تحقیق)، تدوین: نگارنده.

بیم پلاس	کاسبی	مارک سبز	جی بی آی	آی جی بی سی	ستاره سبز	بریم	لید
جنبه‌های سایت	محیط زیست	بهره‌وری انرژی	بهره‌وری انرژی	طراحی و معماری پایدار	مدیریت	مدیریت	موقعیت مکانی
جنبه‌های مواد	داخلی	بهره‌وری آب	کیفیت محیط	معماری پایدار	کیفیت محیط	بهداشت و سلامت	حمل‌ونقل و حمل‌ونقل
استفاده از انرژی	کیفیت خدمات	محافظة محیط	داخلی	انتخاب و برنامه‌ریزی سایت	داخلی	سلامتی	سایت پایدار
استفاده از آب	محیط زیست بیرونی	زیست	برنامه‌ریزی سایت پایدار و مدیریت	برنامه‌ریزی سایت	انرژی	انرژی	بهره‌وری آب
کیفیت محیط داخلی	انرژی	محیط زیست داخلی	مدیریت	حفاظت از آب	حمل‌ونقل	حمل‌ونقل	انرژی و اتمسفر
			مواد و منابع	بهره‌وری انرژی	آب	آب	مواد و منابع
	منابع و مواد		بهره‌وری آب	مصالح و منابع	مواد	مواد	کیفیت محیط داخلی
		سایر ویژگی‌های سبز		کیفیت محیط داخلی	استفاده از زمین	انتشار	اولویت منطقه
نوآوری و افزودنی‌ها	محیط زیست خارج از سایت		نوآوری	داخلی	نوآوری	نوآوری	فرایند یکپارچه
				نوآوری و توسعه	نوآوری	نوآوری	اعتبار حرفه
					نوآوری	نوآوری	نوآوری

Assessment in China”, p. 58; Z. Shari & V. Soebarto, “Green vs. Sustainability Performance Assessment: A Case Study of an Office Building in Putrajaya, Malaysia”.

۳۴. نک:

Hamid, et al, *Towards a National Green Building Rating System for Malaysia*.

۳۵. نک:

Ali & Al Nsairat, *ibid*; S. Chandratilake & W. Dias, “Ratio Based Indicators and Continuous Score Functions for Better Assessment of Building Sustainability”.

۳۶. به طور مثال فرایند AQUA (Alta Qualidade Ambiental)

در برزیل استفاده می‌شود، با این حال لید هم به طور گسترده مورد استفاده است. پروژه‌های گواهی‌شده لید در همه مناطق برزیل اجرا شده‌اند و از ۲۰۱۳ تعداد ۷۶۹ پروژه ثبت و ۱۰۹ پروژه تأیید شده بوده‌اند، بنا بر این در چنین مواردی لید در این تحقیق انتخاب شده چون در مقایسه با AQUA داخل کشور به طور گسترده‌تری استفاده و پذیرش شده‌اند.

ت ۸. معیارهای اعتباری کلیدی و مشترک در میان ابزارهای رتبه‌بندی مورد مطالعه:

- \* معیار اعتباری مستقیم،
  - # معیار اعتباری غیر مستقیم،
  - معیار اعتباری ندارد؛
- تدوین: نگارنده.

است. می‌توان استدلال کرد که، برای به حداقل رساندن تأثیرات منفی بر ظرفیت سیستم‌های طبیعی، جذب مواد زائد و بهبود بهره‌وری انرژی ضروری است. روش‌های کاهش ضایعات مواد در طول فرایند ساخت‌وساز ساختمان و ایجاد فرصت‌هایی برای بازیافت و استفاده مجدد از مصالح ساختمانی به بهبود بهره‌وری مصرف منابع کمک می‌کند. توجه به منابع کارآمد ناشی از افزایش کاهش منابع طبیعی تجدیدناپذیر است. از آنجا که منابع تجدیدناپذیر مانند زمین، آب، مواد، و انرژی نقش مهمی در یک پروژه ساختمانی دارند، حفاظت از این منابع برای اهداف پایداری اهمیت حیاتی دارد. به همین دلیل برای ترویج فرهنگ حفاظت از منابع و اجرای این هدف چهار معیار جدید حفاظت از انرژی، حفاظت از آب، حفاظت از مواد، و حفاظت از زمین پیشنهاد شد. با توجه به همخوانی چهار معیار با معیارهای کلیدی انرژی، آب، مواد، و سایت پایدار در ادبیات تحقیق، همان معیارهای کلیدی که هدف زیست‌محیطی را به طور شایسته‌ای پوشش می‌دهند، برای ارزیابی جنبه زیست‌محیطی پذیرفته شدند.

### ۸.۱.۱. معیار حفاظت از انرژی

استفاده از انرژی یکی از مهم‌ترین مسائل زیست‌محیطی است و مدیریت استفاده از آن در هر جامعه کاربردی اجتناب‌ناپذیر است. ساختمان‌ها، انرژی، و سایر منابع را در مراحل مختلف ساختمان از طراحی و ساخت‌وساز تا عملیات و تخریب نهایی استفاده می‌کنند.<sup>۳۴</sup> نوع و میزان مصرف انرژی در طول عمر مصالح ساختمانی، از فرایند تولید تا انتقال مصالح ساختمانی و پس از پایان عمر آن، می‌تواند، به طور مثال، بر جریان گازهای گلخانه‌ای<sup>۳۵</sup> به روش‌های مختلف و در طول زمان‌های مختلف اثرگذار باشد<sup>۳۶</sup>. کاهش مصرف انرژی از طریق بهبود بهره‌وری یک ابزار مؤثر برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است که کاهش مصرف منابع تجدیدناپذیر را به همراه دارد.<sup>۳۷</sup> انرژی مصرفی در چرخه زندگی شامل انرژی مورد نیاز برای هر دو انرژی عملیاتی و تجسم‌یافته است. نیازهای انرژی عملیاتی یک ساختمان را می‌توان به منزله انرژی مورد استفاده برای حفظ محیط زیست درون ساختمان مورد توجه قرار داد.<sup>۳۸</sup> تجزیه و تحلیل چرخه عمر ساختمان نشان می‌دهد که انرژی

سایر	اقتصادی	اجتماعی	زیست‌محیطی				پارامترهای ساختمان سبز و پایدار
	بهره‌وری هزینه	طراحی برای انطباق انسانی	حفاظت از منابع				اهداف ساختمان پایدار
نوآوری	مدیریت	کیفیت هوای داخل	زباله و آلودگی (حمل و نقل)	مواد	انرژی	آب	سایت
*	-	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*
*	-	*	-	*	*	*	*
-	-	*	#	*	*	#	*
*	-	*	-	*	*	*	*
-	-	*	-	#	*	*	#
*	*	*	-	*	*	*	*

معیارهای اعتباری کلیدی و مشترک در میان ابزارهای رتبه‌بندی مورد مطالعه:

- \* معیار اعتباری مستقیم،
  - # معیار اعتباری غیر مستقیم،
  - معیار اعتباری ندارد؛
- تدوین: نگارنده.

۳۷. نک:

BEAM Plus - Building Environmental Assessment Method ; GBI - Green Building Index; IGBC, *Indian Green New Building Rating System*; BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) *BREEAM International New Construction Technical Manual*; BREEAM, *BREEAM Homepage*; GBCA, *Green* ←

ت ۹. معیارهایی که در ادبیات تحقیق مشخص شده، اما در سیستم‌های رتبه‌بندی مشخص نیست، تدوین: نگارنده.

استفاده از انرژی، انرژی و اتمسفر، مدیریت انرژی، و غیره در میان معیارهای موجود در سیستم‌ها یافت می‌شود.

### ۸. ۱. ۲. معیار حفاظت از آب

با توسعه سریع اقتصاد جهانی، تخریب منابع آب تبدیل به یک موضوع نگران‌کننده زیست‌محیطی در سراسر جهان شده است. آثار کمبود آب بر صنعت ساختمان بیشتر نشان داده می‌شود.<sup>۵۱</sup> چرا که ساخت‌وساز و بهره‌برداری آن به شدت متمرکز بر آب است. افزایش مصرف آب شهری موجب کاهش قابل ملاحظه آب شده است.<sup>۵۲</sup> آب مورد استفاده برای ساختن ساختمان‌ها جزء مهمی از مصرف آب ملی است؛ اما این تنها شکل مصرف آب در طول عمر یک ساختمان نیست. آب در استخراج، تولید، و تحویل مواد و محصولات به محل مصرف و همچنین فرایند ساخت‌وساز در محل استفاده می‌شود. مک کورمک و همکاران آن را «آب تجسم‌یافته»<sup>۵۳</sup> نامیده‌اند.<sup>۵۴</sup> ایلهها و همکاران دریافتند که فناوری‌ها و استراتژی‌های حفاظت از آب اغلب در طراحی ساختمان نادیده گرفته شده است،<sup>۵۵</sup> با این حال، برنامه‌ریزی برای استفاده از آب‌های مختلف ساختمان به طور چشمگیری

عملیاتی گزارش شده برای ۸۵ تا ۹۵٪ از کل انرژی مصرفی و انتشار دی اکسید کربن از ساختمان، از طریق گرمایش، سرمایش، تهویه، و آب گرم مصرفی محاسبه می‌شود و شامل انرژی برق، گاز، و سوزاندن سوخت مانند نفت می‌شود.<sup>۴۹</sup> انرژی تجسم‌یافته یک ساختمان کل انرژی مورد نیاز برای ایجاد یک ساختمان است، از جمله انرژی مستقیم استفاده شده در فرایند ساخت‌وساز و انرژی غیر مستقیم که برای تولید مواد و اجزای ساختمان مورد نیاز است.<sup>۵۰</sup> این انرژی غیر مستقیم همه انرژی مورد نیاز از استخراج مواد خام را از طریق پردازش و تولید شامل خواهد شد و شامل همه انرژی‌های مصرفی در فرایند حمل‌ونقل و بخش‌های مربوط به انرژی موجود در زیرساخت کارخانه‌ها و ماشین‌آلات تولید، ساخت‌وساز می‌شود. بنا بر این عمر انرژی ساختمان می‌تواند از ورودی‌های متعدد انرژی تجسم‌یافته و بهره‌برداری در طول چرخه عمر ساختمان تشکیل شده باشد. هدف اصلی در حفظ انرژی کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و همچنین افزایش استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر است. این معیار با معیار کلیدی «انرژی» در سیستم‌های رتبه‌بندی همخوانی دارد و اغلب به صورت بهره‌وری انرژی، انرژی،

ابعاد پایداری	اهداف پایداری	معیارها	منبع
جنبه اقتصادی	بهره‌وری هزینه	هزینه و اقتصاد، حسابداری سه‌گانه، کارایی، قابلیت اجرا، انعطاف‌پذیری، هزینه زمین، هزینه ساخت‌وساز، هزینه عملیاتی، هزینه اشغال، هزینه تخریب، ارزش استفاده مجدد به جای تخریب، عوارض.	Ali & Al Nsairat, "Developing a Green Building Assessment Tool for Developing Countries Case of Jordan"; Wei, et al, "Research on Assessment Method of Green Buildings in China"; Shari, <i>Development of a Sustainability Assessment Framework for Malaysian Office Buildings Using a Mixed-methods Approach</i> ; Shari & Soebarto, "Green vs. Sustainability Performance Assessment: A Case Study of an Office Building in Putrajaya, Malaysia"; Berardi, "Sustainability Assessments of Building s, Communities, and Cities"; Liu, et al, "Building Sustainable Score (BSS)-A Hybrid Process Approach for Sustainable Building Assessment in China"; Alyami & Rezgui, "Sustainable Building Assessment Tool Development Approach".
جنبه اجتماعی	طراحی برای انطباق انسان	آموزش و آگاهی، حمایت از انسجام اجتماعی، مشارکت در فرصت‌ها، جنبه‌های فرهنگی و میراثی، مردم محلی، ادغام شهری، دسترسی به امکانات، روابط متقابل، رضایت و بهره‌وری شغلی، تأثیرات محلی.	Shari, ibid; Shari and Soebarto, ibid; Liu, et al, ibid.

Star Project Directory; CASBEE, Comprehensive Assessment System Built Environment Efficiency, An Overview of CASBEE; LEED, LEED Homepage.

۳۸. درایزار بریم معیار کیفیت هوای داخلی به طور مستقیم در معیار بهداشت و سلامت مطرح شده است نک: ۳۹.

CASBEE, ibid; JSBC & IBEEC, CASBEE for Building New Construction.

ت ۱۰. معیارهای اعتباری کلیدی ارزیابی پایداری برای به‌روزرسانی و توسعه سیستم‌های رتبه‌بندی سبز، تدوین: نگارنده.

تبدیل به اولویتی مهم شده است، که بخشی از آن به دلیل شناخت بیشتر از صرفه‌جویی در آب است که می‌تواند از طریق اجرای طرح‌های صرفه‌جویی در این خصوص تحقق یابد. طبق تحقیقات علمی تعدادی از استراتژی‌ها<sup>۵۶</sup> می‌تواند برای کاهش میزان مصرف آب از طریق چرخه عمر ساختمان استفاده شود. این معیار با معیار کلیدی «آب» در سیستم‌های رتبه‌بندی همخوانی دارد و اغلب به صورت بهره‌وری آب، آب، استفاده از آب، و حفاظت از آب، و... در میان معیارهای موجود در سیستم‌ها یافت می‌شود.

### ۸.۱.۳. معیار حفاظت از مواد

استخراج و مصرف منابع طبیعی به جای مصالح ساختمانی و یا مواد خام برای تولید مصالح ساختمانی، به علت خرد شدن مناطق طبیعی، تأثیر مستقیم بر تنوع زیستی طبیعی و اکوسیستم‌های ناشی از فعالیت‌های ساختمانی دارد<sup>۵۷</sup>. میزان زیادی از منابع معدنی تجدیدنپذیر در محیط‌های ساخته‌شده مصرف می‌شوند. بنا بر این مهم است که استفاده از آن را کاهش دهیم. برخی محققین با تأکید بر اهمیت انتخاب مواد پر مبنای اثرات زیست‌محیطی آن‌ها، بیان می‌کنند که لازم است این موارد در خلاقیت‌های طراحی و مراحل طراحی مورد توجه باشند<sup>۵۸</sup>.

ابعاد ساختمان پایدار		
اجتماعی	اقتصادی	زیست‌محیطی
اهداف ساختمان پایدار		
طراحی برای انطباق انسان	بهره‌وری هزینه	حفاظت از منابع
معیارهای اعتباری کلیدی ارزیابی پایداری		
حفاظت از سلامت (کیفیت هوای داخل)	مدیریت	انرژی
حفاظت از منابع فیزیکی	هزینه اولیه	آب
آموزش و آگاهی از پایداری	هزینه مصرفی	مواد
	هزینه بازیابی	زمین (سایت پایدار)
		زباله و آلودگی

همچنین می‌توان در مراحل ساخت‌وساز و تخریب از روش‌های مختلفی برای کاهش اثرات مصرف مواد در محیط طبیعی استفاده کرد. این معیار با معیار کلیدی «مواد» در سیستم‌های رتبه‌بندی همخوانی دارد و اغلب به صورت جنبه‌های مواد، مواد، مواد و مصالح، مواد و منابع، مصالح و منابع، و غیره در میان معیارهای موجود در سیستم‌ها یافت می‌شود.

### ۸.۱.۴. معیار حفاظت از زمین

زمین یک منبع مهم است که صنعت ساخت‌وساز به آن وابسته است. استفاده از زمین حومه‌ها و از این طریق گسترش شهرها یک مشکل در حال افزایش است که در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه شناخته شده است. گرچه ممکن است زمین‌های بیشتری از اقیانوس‌ها احیا شود، اما بازسازی زمین در مقیاس بزرگ، به دلیل اثرات نامطلوب زیست‌محیطی، نامطلوب است. فرسایش خاک، آلودگی آب‌های زیرزمینی، باران اسیدی، و سایر آلودگی‌های صنعتی به سلامت جوامع گیاهی آسیب می‌رسانند و چالش بازگرداندن زیستگاه را تشدید می‌کند. طراحی پایدار با توجه به آینده، تلاش بیشتری را در درک رابطه بین خاک، آب، جوامع گیاهی و زیستگاه‌ها، و همچنین تأثیرات استفاده انسانی بر روی آن‌ها می‌طلبد. تأثیر صنعت ساخت‌وساز بر محیط زیست و گسترش مناطق شهری، اهمیت زمین را به مثابه یک شاخص اصلی پایداری نشان می‌دهد که احتمالاً تبدیل به یک شاخص مطلوب برای ساخت‌وساز پایدار می‌شود<sup>۵۹</sup>. زمین را می‌توان با اتخاذ سیاست محدود کردن گسترش مناطق شهری موجود حفظ کرد. این معیار با معیار کلیدی «زمین» در سیستم‌های رتبه‌بندی همخوانی دارد و اغلب به صورت جنبه‌های سایت، موقعیت مکانی، محافظت محیط زیست، محیط زیست بیرونی، برنامه‌ریزی سایت پایدار، محیط زیست خارج از سایت، و استفاده از زمین در میان معیارهای موجود در سیستم‌ها یافت می‌شود.

## ۲.۸. معیارهای کلیدی پیشنهادی ارزیابی پایداری اجتماعی

در این بخش معیارهای کلیدی پیشنهادی اجتماعی با هدف «طراحی برای انطباق انسان» مطرح می‌شود. در توسعه بعد اجتماعی یکی از اهداف اصلی ساختمان پایدار این است که محیط‌های سالم و راحت را برای فعالیت‌های انسانی فراهم کند. ساختمان باید فعالیت‌هایی را که برای آن ساخته شده در خود جای دهد (ت ۱ و ۲). آنچه در اینجا اهمیت دارد توجه به این نکته است که در برآورده ساختن این الزامات اساسی، ساختمان نباید به ساکنان یا محیط زیست صدمه‌ای وارد کند تا از لحاظ ساختاری پایدار و ایمن باشد. برای ترویج و ارتقا و اجرای این هدف، سه معیار جدید در کنار معیار کلیدی کیفیت هوای داخلی در جنبه اجتماعی ارزیابی ساختمان پیشنهاد می‌شود.

### ۲.۸.۱. معیار حفاظت از سلامت (کیفیت هوای داخل)

در یک جامعه مدرن که در آن افراد بیش از ۹۰٪ زمان خود را در فضای داخل و بیش از ۷۰٪ از زمان خود را در خانه سپری می‌کنند، رفاه (سلامت و آسایش) جنبه مهمی است که کیفیت زندگی ساکنان را تعیین می‌کند. نقش اساسی معماری فراهم کردن فضایی سالم و راحت با رضایت و بهره‌وری فیزیولوژیکی است. شناخت مفهوم سلامت در «ساختمان پایدار» از لحاظ عملکرد ساختمان (یعنی کیفیت هوای محیط داخلی، راحتی حرارتی، کیفیت نور، و آکوستیک) بسیار مهم است. صنعت پایدار نیازهای انسانی را با ظرفیت‌های محیط‌های طبیعی و فرهنگی هماهنگ می‌کند. ساختمان سالم دور از مواد خطرناک و قادر است از سلامت و راحتی ساکنان در طول چرخه زندگی، با افزایش بهره‌وری نیازهای اجتماعی حمایت کند. در ساختمان سالم نیازهای بهداشتی و راحتی در اولویت است. بسیاری از طراحان ساختمان، بدون در نظر گرفتن کیفیت محیط زیست و رضایت کاربران، طراحی می‌کنند. یک محصول ممکن

است صرفه‌جویی در انرژی و عملکرد خوبی داشته باشد، اما اگر تأثیری مثبت بر راحتی کاربران و افزایش بهره‌وری نداشته باشد، محصولی پایدار نیست.<sup>۶۱</sup>

### ۲.۸.۲. معیار حفاظت از منابع فیزیکی

حفاظت از منابع فیزیکی یکی از مهم‌ترین اصول طراحی و ساخت پایدار است. با طراحی‌هایی انعطاف‌پذیر ساختمان در برابر بلایای طبیعی و انسانی مانند حوادث آتش‌سوزی، زلزله، سیل، و اقدامات برای پیشگیری جرم و جنایت می‌توان از طریق فرایند برنامه‌ریزی خطرها و آسیب‌ها را کاهش داد.

### ۲.۸.۳. معیار آموزش و آگاهی از پایداری

سواد توسعه پایدار، نه تنها برای درک مسائل کلان جهانی است؛ بلکه در یک چارچوب بر روی سطح محلی در حال تغییر است.<sup>۶۲</sup> این دیدگاه بر آموزش زیست‌محیطی، ارتقای دانش، رفتارها، استراتژی‌ها، و اقداماتی که می‌تواند مدل‌های توسعه و شیوه زندگی ما را دوباره سازگار کند متمرکز است. آموزش و آگاهی از ابعاد و اهداف پایداری و روش‌های اجرا و ارزیابی آن، برای طراحان، ساکنان، کسانی که با زنجیره ساخت و ساز در ارتباط هستند، و به طور کلی برای عموم اهمیت بالایی دارد. تا آنجا که آموزش را یک عامل کلیدی برای پایداری به رسمیت شناخته‌اند.<sup>۶۳</sup> مباحث نظری آموزش توسعه پایدار در اس‌دی‌جی<sup>۶۴</sup> مبتنی بر تعلیم و آموزش «دانش و مهارت‌های مورد نیاز برای ترویج توسعه پایدار» بیان شده است و استراتژی‌های تغییرات آموزشی در جریان برنامه ۲۰۳۰ در سطح ملی را نشان می‌دهد. اجرای برنامه ۲۰۳۰ در مبحث آموزش وابسته به نظارت و گزارش آموزش در همه اهداف طی ۱۵ سال آینده است و در گزارش «نظارت آموزش جهانی» مشخص شده است.<sup>۶۵</sup> محققان استدلال می‌کنند که این تغییرات «حداقل باید تا حدی بر اساس مشارکت گسترده‌تر و فرایندهای توسعه مشارکتی» باشد. مشارکت گروهی در سطوح مختلف

۴۰. نک:

BCA (Building Construction Authority), *BCA Green Mark for New Non-residential Buildings Version NRB/4.1*. 41. Y. Zhang, et al, "Comparison of Evaluation Standards for Green Building in China, Britain, United States".

42. A. Wilson, et al, *Green Development: Integrating Ecology and Real Estate*, pp. 2-66.

۴۳. نک:

S. Halliday, *Sustainable Construction*, p. 4, 24.

۴۴. نک:

S. Schimschar, et al, "Germany's Path towards Nearly Zero-Energy Building S—Enabling the Green House Gas Mitigation Potential in the Building Stock". 45. GHGs

۴۶. نک:

M. Lenzen & G. Treloar, "Embodied Energy in Building s: Wood Versus Concrete—Reply to Börjesson and Gustavsson". ۴۷. نک:

W.L. Lee & H. Chen, "Benchmarking Hong Kong and China Energy Codes for Residential Buildings".

یک پیش‌نیاز شناخته شده است، اما فقدان مباحث و گفتگوهای اجتماعی مانعی برای تحقق عمیق نظام آموزشی و تغییر جهت آن به سوی آموزش توسعه پایدار دانسته شده است<sup>۶۶</sup>، بدین خاطر برای انجام اهداف پایداری، مشارکت جهانی دولت‌ها، اجتماعات، مردم محلی و بومی، سیستم‌ها، سازمان ملل، و غیره نیاز است<sup>۶۷</sup>. بین معیار کیفیت و آموزش پایداری رابطه متقابلی هست<sup>۶۸</sup>. قرائت‌ها و روش‌های مختلفی مبنی بر آموزش در زمینه‌های مختلف ملی در کشورهای مختلف وجود دارد: در خصوص دنیای پیچیده اخلاق (سوئد)، مهارت‌های منعکس‌کننده فرایند یادگیری (فنلاند)، حمایت از توانایی‌های دانش‌آموزان (دانمارک)، شرکت فعالانه، توسعه فردی، و مشارکت اجتماعی (آلمان). در این میان تعامل سیستم‌های آموزشی با جامعه نقش مهمی دارد، این امر نیازمند تغییر قابل توجهی در اهداف، فرایندهای یادگیری، اصول ارزیابی، و محیط یادگیری نظام آموزشی است<sup>۶۹</sup>. با آموزش می‌توان یک تغییر پارادایمی را همراه با تنظیم فعالیت‌های انسانی، با توجه به محدودیت‌های محیطی در سطح رفتاری، انجام داد، تغییری مبتنی بر اولویت‌بندی ظرفیت مردم برای توسعه راه حل‌های ابتکاری در زمینه فناوری، انرژی تجدیدپذیر، اقتصاد سبز، و تعهد به شیوه زندگی غیر مصرفی. در جریان این فرایندها افراد باید مسئولیت محیط زندگی و محیط اجتماعی خود را بر عهده بگیرند. فرض بر این است که هر کس می‌تواند بر روی سیاست‌های مختلف در سطوح مختلف تأثیر بگذارد؛ بنا بر این افراد باید به گونه‌ای آموزش ببینند که توانایی خود را برای خلاق بودن، اعتماد به نفس، و مشارکت با جامعه به دست آورند. در اهداف آموزشی، بر اساس آموزه‌های سازنده، فنون و مهارت‌های مربوط به آن، به جای دانش محض، مناسب‌ترین ابزار برای دستیابی اولویت‌بندی شده‌اند<sup>۷۰</sup>. سازمان ملل از «اصول مدیریت آموزش پاسخ‌گو»<sup>۷۱</sup> در زمینه آموزش حمایت کرده است، که شش اصل آن، یعنی هدف، ارزش‌ها، روش، تحقیق، مشارکت، و گفتگو، چارچوبی برای آموزش فراهم می‌کند<sup>۷۲</sup>. یونسکو تغییر جهت دادن برنامه‌های

آموزشی موجود را بر مبنای سه رکن جامعه، محیط زیست، و اقتصاد می‌داند<sup>۷۳</sup>. در این باره اتخاذ یک رویکرد بین‌رشته‌ای برای آموزش پایدار از سوی افراد بسیاری مطرح شده است<sup>۷۴</sup>. جین و همکاران از تعاملات چهره به چهره، مطالعات موردی زندگی، بازدیدهای میدانی، کنفرانس‌ها، و همایش‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در زمینه آموزش استفاده فعال کرده‌اند<sup>۷۵</sup>. ترکیب مسائل تئوری و عملی با یک رویکرد بین‌رشته‌ای نمونه‌هایی از مسائل مربوط به پایداری هستند که از سوی موسسه تی‌ای‌آرای<sup>۷۶</sup> مورد توجه قرار گرفته‌اند، همه این آموزش‌ها برای شیوه‌های پایداری در تعامل با شش اصل آموزش مدیریت پاسخ‌گو و رویکرد بین‌رشته‌ای مطرح شده‌اند. آموزش پایداری تنها با توصیف کلمات و در تعریف واژگان به مقصود خود نائل نمی‌شود. آنچه اهمیت دارد استفاده از دانش پایداری به صورت عملی است. دیدن نمونه‌های واقعی به جای شنیدن و آموزش کلامی بسیار تأثیرگذار است. به طور مثال ساختمان‌های پایدار آموزشی و مسکونی را می‌توان به صورت کتاب‌های سه‌بعدی برای آموزش و فراگیری نگاشت<sup>۷۷</sup>. در این دیدگاه ساختمان آموزشی چیزی بیشتر از آجر و بتن است<sup>۷۸</sup>. ارزیابی و بررسی ساختمان‌های پایدار از سوی معماران می‌تواند یک محصول و ابزار اساسی فعال برای آموزش و اجرای پایداری باشد.

### ۳.۸. معیارهای کلیدی پیشنهادی ارزیابی پایداری اقتصادی

در این بخش، معیارهای کلیدی پیشنهادی اقتصادی با هدف «بهره‌وری هزینه» مطرح می‌شود. در توسعه بعد اقتصادی کاربران ساختمان خواهان اطمینان از عملکرد اقتصادی و هزینه‌های بلندمدت ساختمان خود هستند. علاوه بر این، ساخت‌وساز زنجیره‌ای متشکل از مالکان، کاربران، تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، تیم طراحی، و ساخت‌وساز هستند که تحت فشارهایی برای به حداقل رساندن هزینه‌های پروژه در طول چرخه زندگی ساختمان قرار دارند. با توجه به اینکه

۴۸. نک:

A. Dimoudi & C. Tompa, "Energy and Environmental Indicators Related to Construction of Office Buildings".

۴۹. نک:

C. Thormark, "The Effect of Material Choice on the Total Energy Need and Recycling Potential of a Building".

۵۰. نک:

N. Huberman & D. Pearlmutter, "A Life-cycle Energy Analysis of Building Materials in the Negev Desert".

۵۱. نک:

M. McCormack, et al, "Modelling Direct and Indirect Water Requirements of Construction".

52. D.M. Roodman, A *Building Revolution: How Ecology and Health Concerns Are Transforming Construction*, p. 11.

53. embodied" water

۵۴. نک:

McCormack, et al, *ibid.*

۵۵. نک:

Ilha, et al, *ibid.*

زیادی برای ارزیابی اقتصادی هزینه‌های اولیه صرف می‌کنند، زیرا هزینه اولیه برای بسیاری از مشتریان یکی از اصلی‌ترین دغدغه‌ها است.<sup>۸۴</sup>

### ۸.۳.۲. معیار هزینه مصرفی

هزینه مصرفی، با عنوان هزینه عملیاتی شناخته می‌شود و با تصمیم‌گیری‌های انجام‌شده در مرحله بازرسی و تصمیمات بعدی اتخاذشده در فازهای طراحی و مونتاژ تعیین می‌شود. علاوه بر این شامل تصمیمات منظم برنامه‌ریزی‌شده بازرسی برای محافظت ساختمان و فراهم آوردن راحتی و هزینه قطعات برای انجام تعمیرات می‌شود.<sup>۸۵</sup> مواردی نظیر دکوراسیون، پوشش ساخت، خدمات گرمایشی، سرمایشی، تهویه، و غیره نیز در این سطح قرار می‌گیرند. اگرچه مدت زیادی است که به هزینه‌های اجرا فقط در مرحله طراحی توجه می‌شود، اخیراً استفاده از تکنیک هزینه‌های چرخه عمر در خصوص تصمیمات طراحی و هزینه‌های استفاده کمک کرده‌اند.

### ۸.۳.۳. معیار هزینه بازیابی

هزینه تخریب و بازیابی مواد یک‌سوم هزینه است که به‌ندرت در نظر گرفته می‌شود.<sup>۸۶</sup> ضایعات به معنی منابع جدید برای ساخت‌وسازهای جدید است. در اغلب موارد تولید محصولات با بازیافت ضایعات سبب کاهش آلودگی هوا و آب نسبت به تولید محصولات جدید می‌شود. علاوه بر آن با ایجاد شغل و صرفه‌جویی در منابع از محیط طبیعی حفاظت می‌کند. اگر بخواهیم مسائل زیست‌محیطی را جدی بگیریم، برای کاهش یا حذف هزینه‌های بازیابی باید اقداماتی انجام دهیم.

### ۹. نتیجه‌گیری

این پژوهش بر روی آخرین نسخه غیر مسکونی هشت ابزار رتبه‌بندی بین‌المللی ساختمان سبز از مناطق مختلف جهان،

ساختمان‌ها یک سرمایه‌گذاری بلندمدت در امور مالی و سایر منابع هستند،<sup>۸۷</sup> بهبودبخشی هزینه ساختمان‌ها منافع مشترکی برای مالکان، کاربران، و جامعه دارد. مفهوم پایداری به مثابه کاربردی برای ساختمان‌ها به منظور ارتقای حداکثر کارایی و کاهش هزینه‌های مالی در نظر گرفته شده است. شواهد قابل توجهی نشان می‌دهد که بسیاری از سازمان‌ها تصمیم می‌گیرند سرمایه‌گذاری مربوطه را بر اساس برآورد هزینه ساخت اولیه انجام دهند، و هزینه‌های مربوط به عملیات و تعمیر و نگهداری در طول عمر ساختمان مد نظرشان نباشد.<sup>۸۸</sup> تصمیم‌گیری‌های طراحی نیازمند انتخاب ساختار، مصالح ساختمانی، و نصب و راه‌اندازی ساختمان‌ها است که اغلب، به اشتباه، با تصمیمات نامناسب اقتصادی همراه است.<sup>۸۹</sup> افزایش شدید هزینه‌های انرژی فرصتی برای صرفه‌جویی در ساختمان ایجاد کرده است که می‌تواند با سرمایه‌گذاری در راه‌حل‌های مؤثر انرژی در ابتدا به دست آید. همچنین صرفه‌جویی در سایر هزینه‌های عملیاتی و نگهداری می‌تواند مورد توجه باشد، به منظور اطمینان از دستیابی به این اهداف، تجزیه و تحلیل هزینه‌های چرخه زندگی<sup>۹۰</sup> نقش مهمی در اقتصاد پروژه ساختمان دارد. تجزیه و تحلیل هزینه‌های چرخه زندگی یک رویکرد ارزیابی اقتصادی است که می‌تواند هزینه‌های یک ساختمان را از عملیات، تعمیر، و نگهداری و جانشینی تا پایان عمر آن پیش‌بینی کند<sup>۹۱</sup> و یک ابزار مهم برای دستیابی به کارایی هزینه‌ها در پروژه‌های ساختمانی است. بنا بر این سه چرخه عمر حیاتی که لازم است در ابتدای پروژه ساخت‌وساز به آن توجه شود با عنوان معیارهای پیشنهادی در کنار معیار کلیدی مدیریت در این تحقیق مطرح شده است.

### ۸.۳.۱. معیار هزینه اولیه

هزینه اولیه کل هزینه‌های مربوط به ایجاد یا بازسازی ساختمان را پوشش می‌دهد، از قبیل هزینه‌های خرید زمین، هزینه مشاوران حرفه‌ای، هزینه مواد و غیره. سازمان‌ها زمان

۵۶. نک:

A. Sev. "How Can the Construction Industry Contribute to Sustainable Development? A Conceptual Framework"; Ilha, ibid; McCormack, ibid. 57. R. Spence, H. Mulligan, "Sustainable Development and the Construction Industry".

58. U.Y. Abeyundara, et al, "A Matrix in Life Cycle Perspective for Selecting Sustainable Materials for Buildings in Sri Lanka".

۵۹. نک:

H. Haberl, "Human Appropriation of Net Primary Production and Species Diversity in Agricultural Landscapes". 60. Sev, ibid; A.H. Alliance, "Active House the Specifications for Residential Buildings".p. 14 61. Sev, ibid.

۶۰. نک:

A. Dale & L. Newman, "Sustainable Development, Education and Literacy"; E. Luppi, "Training to Education for Sustainable Development through E-Learning".

۶۳. نک:

UN-DESA, *Education. Division for Sustainable Development.*

شده، اما در میان معیارهای اعتباری سیستم‌های مورد مطالعه لحاظ نشده بود، در این تحقیق با عنوان معیار اعتباری کلیدی مکمل پیشنهاد می‌گردد. در مجموع، از آنجا که چالش طراحان این است که الزامات پایداری را در روش‌های نوآورانه جمع‌آوری کنند، لازم است که، با معیارهای کلیدی جدید، ابزارهای ارزیابی و رتبه‌بندی اثرات هر طرح بر منابع طبیعی و فرهنگی محیط‌های محلی، منطقه‌ای، و جهانی مشخص شود. معیارهای ارزیابی پایداری و الزامات آن در همه مراحل مختلف چرخه عمر ساختمان و در طول عمر مفید آن، از طراحی تا زمان مدیریت زباله‌های ساختمان در مرحله تخریب‌پذیری، قابل اجرا و تأثیرگذار بر عملکرد ساختمان خواهد بود.

دوازده معیار کلیدی پیشنهادی، زمینه‌ساز توسعه ابزارهای بین‌المللی با معیارهای کلیدی مشترکی خواهد بود که، علاوه بر ارزیابی پایداری ساختمان و کمک به بهبود روند تصمیم‌گیری، در اجرای پایداری پروژه‌های ساختمانی، امکان مقایسه و قیاس‌پذیری ساختمان‌های گواهی‌شده در سراسر جهان را بر اساس امتیازات معیارهای کلیدی فراهم می‌کنند.

با هدف کلی شناسایی سیستم‌های رتبه‌بندی، که همه ابعاد پایداری را به طور کامل ارزیابی می‌کنند، انجام شده است و هدف ویژه آن عرضه معیارهای اعتباری کلیدی ارزیابی پایداری، به منزله مبنایی مشترک برای توسعه و به‌روزرسانی سیستم‌های جدید و موجود، تعریف شده است. به این منظور معیارهای اعتباری در ادبیات تحقیق و سیستم‌های رتبه‌بندی مورد مطالعه شناسایی و به منظور بررسی چگونگی پوشش‌دهی آن‌ها با اهداف و اصول ساخت‌وساز پایدار انطباق داده شدند. بر اساس تحلیل‌های انجام‌یافته، اهداف و پارامترهای سه‌گانه پایداری در ایجاد معیارهای اعتباری کلیدی تا حدودی در سیستم‌های مورد مطالعه و به طور خاص در سیستم بریم و ستاره سبز در نظر گرفته شده است، به گونه‌ای که در پنج معیار از هفت معیار مشترک کلیدی شناسایی شده به طور گسترده‌ای جنبه‌های زیست‌محیطی مورد توجه بوده است. این در حالی است که به ابعاد اجتماعی و اقتصادی پایداری با دو معیار مشترک کمتر توجه شده است و در خصوص پارامترهای اجتماعی و اقتصادی، پنج معیار کلیدی مشترک که در ادبیات تحقیق به آن‌ها اشاره

64. SDG4.7  
 65. Government CR, *Czech Republic 2030: Strategic framework (Draft)*.  
 66. J. Dlouhá & M. Pospíšilová, "Education for Sustainable Development Goals in Public Debate: The Importance of Participatory Research in Reflecting and Supporting the Consultation Process in Developing a Vision for Czech Education", pp. 4314-4327.  
 67. UN, 2015  
 68. UE4SD, *Leading Practice Publication: Professional Development of University Educators on Education for Sustainable Development in European Countries*, p. 30.  
 69. Dlouhá, & Pospíšilová, *ibid*.  
 70. Jacobi, et al, "Education, Sustainability and Social Learning", pp. 2-8.  
 71. the Principles of Responsible Management Education (PRME)  
 72. PRME, *Transformational Model for PRME Implementation*, p. 40.  
 ۷۳. نک:
- Unesco, "United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014): International Implementation Scheme".

## منابع و مأخذ

Abeysundara, U.Y. & S. Babel & S. Gheewala. "A Matrix in Life Cycle Perspective for Selecting Sustainable Materials for Buildings in Sri Lanka", in *Building and Environment*, 44(5) (2009), pp. 997-1004.  
 Akadiri, P.O. & E.A. Chinyio & P.O. Olomolaiye. "Design of a Sustainable Building : A Conceptual Framework for Implementing Sustainability in the Building Sector", in *Building s*, 2(2) (2012), pp. 126-152.  
 Ali, H.H. & S.F. Al Nsairat. "Developing a Green Building Assessment Tool for Developing Countries Case of Jordan", in *Build. Environ*, 44 (5) (2009), pp. 1053-1064.  
 Alliance, A.H. "Active House the Specifications for Residential

Buildings", in *Brussels: Active House Alliance*, (2013), Accessed at: <http://www.activehouse.info/download-specifications> (23.08.2014).  
 Alyami, S.H. & Y. Rezgui. "Sustainable Building Assessment Tool Development Approach", in *Sustainable Cities and Society*, 5 (2012), pp. 52-62.  
 Arpke, A. & K. Strong. "A Comparison of Life Cycle Cost Analyses for a Typical College Dormitory Using Subsidized Versus Full-cost Pricing of Water", in *Ecological Economics*, 58(1) (2006), pp. 66-78.  
 Asdrubali, F. & G. Baldinelli & F. Bianchi & S. Sambuco. "A Comparison between Environmental Sustainability Rating



74. Luppi, *ibid*; Dale & Newman, *ibid*.
75. S. Jain, et al, "Fostering Sustainability through Education, Research and Practice: A Case Study of TERI University", p. 20
76. TERI
- ۷۷: نک: Tasci, "Sustainability Education by Sustainable School Design".
- ۷۸: نک: Tasci, *ibid*; J.A. Lackney, "Reading a School Like a Book: the Influence of the Physical School Setting on Learning and Literacy".
- ۷۹: نک: M. Öberg, *Integrated Life Cycle Design - Applied to Concrete Multi-dwelling Buildings*.
- ۸۰: نک: D.G. Woodward, "Life Cycle Costing—Theory, Information Acquisition and Application".
- ۸۱: نک: F. Giudice, et al, "Materials Selection in the Life -cycle Design Process: A Method to Integrate Mechanical and Environmental Performances in Optimal Choice".
82. LCCA
- ۸۳: نک: San-Jose, et al, *ibid*.
- Systems LEED and ITACA for Residential Buildings", in *Building and Environment*, 86 (2015), pp. 98-108.
- Asokan, P. & M. Osmani & A.D. Price. "Assessing the Recycling Potential of Glass Fibre Reinforced Plastic Waste in Concrete and Cement Composites", in *Journal of Cleaner Production*, 17(9) (2009), pp. 821-829.
- Baum, M. & U.G.B. Council. "Green Building Research Funding: An Assessment of Current Activity in the United States. Washington, DC: US Green Building Council", in *Brazilian Journal of Science and Technology*, 3(1) (2007), p. 3.
- Berardi, U. "Clarifying the New Interpretations of the Concept of Sustainable Building", in *Sustainable Cities and Society*, 8 (2013), pp. 72-78.
- \_\_\_\_\_. "Sustainability Assessments of Building s, Communities, and Cities", in Kleme\_S, J.J. (ed.), *Assessing and Measuring Environmental Impact and Sustainability*. Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, 2015, pp. 497-545.
- BREEAM. *BREEAM Homepage*, Retrieved 10 February 2017, <http://www.breeam.com/>
- Building Construction Authority. *BCA Green Mark for New Non-residential Building s Version NRB/4.1*, Retrieved from Singapore, 2013.
- Building Construction Authority. *BCA Green Mark for New Non-residential Building s Version NRB/4.1*, Retrieved from Singapore, 2013.
- Building Research Establishment Environment Assessment Method. *BREEAM International New Construction Technical Manual* (SD 5075 1.0:2013), Retrieved 2014.
- CASBEE. *An Overview of CASBEE*, 2015.
- Chan, E.H. & Q.K. Qian & P.T. Lam. "The Market for Green Building in Developed Asian Cities—the Perspectives of Building Designers", in *Energy Policy*, 37(8) (2009), pp. 3061-3070.
- Chandratilake, S. & W. Dias. "Ratio Based Indicators and Continuous Score Functions for Better Assessment of Building Sustainability", in *Energy* 83, 137-143. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2015.02.007>.
- Cole, R. & K. Larsson. "GBC '98 and GB Tool", in *Build. Res. Inf.*, 27 (1999), pp. 221–229.
- Dale, A. & L. Newman. "Sustainable Development, Education and Literacy", in *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 6(4) (2005), pp. 351-362.
- DETR, Department of the Environment, Transport and the Regions.
- Dimoudi, A. & C. Tompa. "Energy and Environmental Indicators Related to Construction of Office Buildings", in *Resources, Conservation and Recycling*, 53(1) (2008), pp. 86-95.
- Ding, G.K. "Sustainable Construction—The Role of Environmental Assessment Tools", in *Journal of Environmental Management*, 86(3) (2008), pp. 451-464.
- Dlouhá, J. & M. Pospíšilová. "Education for Sustainable Development Goals in Public Debate: The Importance of Participatory Research in Reflecting and Supporting the Consultation Process in Developing a Vision for Czech Education", in *Journal of Cleaner Production*, 2017, accessed at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617313148?via=/3Dihub>
- Doan, D.T. & A. Ghaffarianhoseini & N. Naismith & T. Zhang & A. Ghaffarianhoseini & J. Tookey. "A Critical Comparison of Green Building Rating Systems", in *Building and Environment*, 123 (2017), pp. 243-260.
- Emmitt, S. & D.T. Yeomans. *Specifying Building s: A Design Manangement Perspective*, Routledge, 2008.
- Giudice, F. & G. La Rosa & A. Risitano. "Materials Selection in the Life -cycle Design Process: A Method to Integrate Mechanical and Environmental Performances in Optimal Choice", in *Materials & Design*, 26(1) (2005), pp. 9-20.
- Government CR. *Czech Republic 2030: Strategic framework (Draft)*, Government Office, 2016.
- Gowri, K. "Green Building Rating Systems: An Overview", in *ASHRAE Journal*, 46(11) (2004), p. 56.
- Green Building Council of Australia (GBCA). *Green Star Project Directory*, 2015.
- Haberl, H. & N.B. Schulz & C. Plutzer & K.H. Erb & F. Krausmann & W. Loibl & P. Zulka, . . . "Human Appropriation of Net Primary Production and Species Diversity in Agricultural Landscapes", in *Agriculture, EcoSystems & Environment*, 102(2) (2004), pp. 213-218.

- Halliday, S. *Sustainable Construction*, Routledge, 2008.
- Hamid, Z.A. & M.Z.M. Zain & F.C. Hung & M.S.M. Noor & A.F. Roslan & N.M. Kilau & M.C. Ali. *Towards a National Green Building Rating System for Malaysia*, 2014.
- Hill, R.C. & P.A. Bowen. "Sustainable Construction: Principles and a Framework for Attainment", in *Construction Management & Economics*, 15(3) (1997), pp. 223-239.
- Huberman, N. & D. Pearlmutter. "A Life-cycle Energy Analysis of Building Materials in the Negev Desert", in *Energy and Building*, 40(5) (2008), pp. 837-848.
- Ilha, M.S.D.O. & L.H.D. Oliveira & O.M. Goncalves. "Environmental Assessment of Residential Buildings with an Emphasis on Water Conservation", in *Building Services Engineering Research and Technology*, 30(1) (2009), pp. 15-26.
- Illankoon, I.C.S. & V.W. Tam & K.N. Le & L. Shen. "Key Credit Criteria Among International Green Building Rating Tools", in *Journal of Cleaner Production*, 164 (2017), pp. 209-220.
- Indian Green Building Council (IGBC). *Indian Green New Building Rating System (Version 3.0)*, India, 2015.
- Jacobi, P.R. & R.F. Toledo & E. Grandisoli. "Education, Sustainability and Social Learning", in *Brazilian Journal of Science and Technology*, 3(3) (December 2016).
- Jain, S. & P. Aggarwal & N. Sharma & P. Sharma. "Fostering Sustainability through Education, Research and Practice: A Case Study of TERI University", in *Journal of Cleaner Production*, 61 (2013), pp. 20-24.
- Japanese Sustainable Building Consortium, & Institute for Building Environment and Energy Conservation (JSBC & IBEEC). *CASBEE for Building New Construction*, 2014 edition (Retrieved from).
- Kadji-Beltran, C. & N. Christodoulou & A. Zachariou & P. Lindemann-Matthies & S. Barker & C. Kadis. "An ESD Pathway to Quality Education in the Cyprus Primary Education Context", in *Environmental Education Research*, (28 Oct 2016), pp. 1015-1031.
- Kibert, C.J. *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*, John Wiley & Sons, 2016.
- Lackney, J.A. "Reading a School Like a Book: the Influence of the Physical School Setting on Learning and Literacy", in 4th Annual PREPS Winter Conference: Literacy for the New Century, 1999.
- Lee, W.L. & H. Chen. "Benchmarking Hong Kong and China Energy Codes for Residential Buildings", in *Energy and Building*, 40(9) (2008), pp. 1628-1636.
- Lee, W.L. "A Comprehensive Review of Metrics of Building Environmental Assessment Schemes", in *Energy and Building*, 62 (2013), pp. 403-413.
- LEED. LEED Homepage, 2017.
- Lenzen, M. & G. Treloar. "Embodied Energy in Building s: Wood Versus Concrete— Reply to Börjesson and Gustavsson", in *Energy Policy*, 30(3) (2002), pp. 249-255.
- Liu, J. & G.K. Ding & B. Samali. "Building Sustainable Score (BSS)-A Hybrid Process Approach for Sustainable Building Assessment in China", in *Journal of Power and Energy Engineering*, Vol. 1, No. 5 (2013), pp. 58-62.
- Liu, Y. & D. Prasad & J. Li & Y. Fu & J. Liu. "Developing Regionally Specific Environmental Building Tools for China", in *Building Research & Information*, 34(4) (2006), pp. 372-386.
- Lombera, J.T.S.J. & J.C. Rojo. "Industrial Building Design Stage Based on a System Approach to their Environmental Sustainability", in *Construction and Building Materials*, 24(4) (2010), pp. 438-447.
- Luppi, E. "Training to Education for Sustainable Development through E-Learning", in *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15 (2011), pp. 3244-3251.
- Matthews, E. & C. Amann & S. Bringezu & W. Hüttler & C. Ottke & E. Rodenburg & H. Weisz. . . . "The Weight of Nations-material Outflows from Industrial Economies", in *World Resources Institute*, Washington DC: World Resources Institute, 2000.
- McCormack, M. & G.J. Treloar & L. Palmowski & R. Crawford. "Modelling Direct and Indirect Water Requirements of Construction", in *Building Research and Information*, 35(2) (2007), pp. 156-162.
- Mitchell, L.M. "Green Star and NABERS: Learning from the Australian Experience with Green Building Rating Tools", in *ENERGY EFFICIENT*, 93 (2010).
- Miyatake, Y. "Technology Development and Sustainable Construction", in *Journal of Management in Engineering*, 12(4) (1996), pp. 23-27.
۸۴. نك:
- S. Emmitt & D.T. Yeomans, *Specifying Buildings: A Design Management Perspective*.
۸۵. نك:
- A. Arpke & K. Strong, "A Comparison of Life Cycle Cost Analyses for a Typical College Dormitory Using Subsidized Versus Full-cost Pricing of Water".
۸۶. نك:
- Emmitt & Yeomans, *ibid*.

- Mochizuki, Y. & Z. Fadeeva. "Competences for Sustainable Development and Sustainability: Significance and Challenges for ESD", in *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 11(4) (2010), pp. 391–403.
- Moncada, L.G.G. & F. Asdrubali & A. Rotili. "Influence of New Factors on Global Energy Prospects in the Medium Term: Comparison Among the 2010, 2011 and 2012 Editions of the IEA's World Energy Outlook Reports", in *Economics and Policy of Energy and the Environment*, 3 (2013), pp. 1-23.
- Osmani, M. & J. Glass & A.D. Price. "Architects' Perspectives on Construction Waste Reduction by Design", in *Waste Management*, 28(7) (2008), pp. 1147-1158.
- Öberg, M. *Integrated Life Cycle Design-applied to Concrete Multi-dwelling Buildings*, Division of Building Materials, LTH, Lund University, 2005.
- Papajohn, D. & C. Brinker & M.E. Asmar. "Uncovering Key Criteria to Assess Sustainability Rating Systems for the Built Environment", in *Construction Research Congress 2016*, pp. 1303-1312.
- PRME. *Transformational Model for PRME Implementation*, 2016.
- Raynsford, N. "Building a Better Quality of Life : A Strategy for More Sustainable Construction", in *Department of the Environment, Transport and the Regions*, London, 2000.
- Reed, R. & A. Krajinovic-Bilos. "An Examination of International Sustainability Rating Tools: an Update", in *19th PRRES Pacific Rim Real Estate Society Conference*, 2013.
- Riedy, C. & A.J. Lederwasch & N. Ison. *Defining Zero Emission Building S-review and Recommendations*, Institute for Sustainable Futures, UTS, 2011.
- Roodman, D.M. & N.K. Lenssen & J.A. Peterson. *A Building Revolution: How Ecology and Health Concerns Are Transforming Construction*, Washington, DC: Worldwatch Institute, 2000.
- Ruggieri, L. & E. Cadena & J. Martínez-Blanco & C.M. Gasol & J. Rieradevall & X. Gabarrell, & A. Sánchez. . . . "Recovery of Organic Wastes in the Spanish Wine Industry, Technical, Economic and Environmental Analyses of the Composting Process", in *Journal of Cleaner Production*, 17(9) (2009), pp. 830-838.
- Runde, T. & S. Thoyre. "Integrating Sustainability and Green Building into the Appraisal Process", in *Journal of Sustainable Real Estate*, 2(1) (2010), pp. 221-248.
- Salehudin, M.S. & D.K. Prasad & P.W. Osmond & M.T. Khamis. "Sustainable Resort Development: Malaysian Case Studies", in Paper presented at the International Conference on Tourism Management and Tourism Related Issues, Nice, France, 2012.
- San-Jose, E.J. & R. Losada & J. Cuadrado & I. Garrucho. "Approach to the Quantification of the Sustainable Value in Industrial Buildings", in *Build. Environ*, 42 (11) (2007), pp. 3916-3923.
- Schimschar, S. & K. Blok & T. Boermans & A. Hermelink. "Germany's Path towards Nearly Zero-Energy Building — Enabling the Green House Gas Mitigation Potential in the Building Stock", in *Energy Policy*, 39(6) (2011), pp. 3346-3360.
- Sev, A. "How Can the Construction Industry Contribute to Sustainable Development? A Conceptual Framework", in *Sustainable Development*, 17(3) (2009), pp. 161-173.
- Shari, Z. & V. Soebarto. "Green vs. Sustainability Performance Assessment: A Case Study of an Office Building in Putrajaya, Malaysia", in Paper Presented at the PLEA Conference (28th: 2012: Lima, Peru).
- Shari, Z. *Development of a Sustainability Assessment Framework for Malaysian Office Buildings Using a Mixed-methods Approach*, PhD thesis, University of Adelaide, Adelaide, Australia, 2011.
- Shen, LY. & V.W. Tam & L. Tam & Y.B. Ji. "Project Feasibility Study: The Key to Successful Implementation of Sustainable and Socially Responsible Construction Management Practice", in *Journal of Cleaner Production*, 18(3) (2010), pp. 254-259.
- Spence, R. & H. Mulligan. "Sustainable Development and the Construction Industry", in *Habitat international*, 19(3) (1995), pp. 279-292.
- Tam, C.M. & V.W. Tam & W.S. Tsui. "Green Construction Assessment for Environmental Management in the Construction Industry of Hong Kong", in *International Journal of Project Management*, 22(7) (2004), pp. 563-571.
- Tan, Y. & L. Shen & H. Yao. "Sustainable Construction Practice and Contractors' Competitiveness: A Preliminary Study", in *Habitat International*, 35(2) (2011), pp. 225-230.
- Tasci, B.G. "Sustainability Education by Sustainable School Design", in *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 186 (2015), pp. 868-873.

- Thormark, C. "The Effect of Material Choice on the Total Energy Need and Recycling Potential of a Building", in *Building and Environment*, 41(8) (2006), pp. 1019-1026.
- Tseng, M.L. & Y.H. Lin & A.S. Chiu. "Fuzzy AHP-based Study of Cleaner Production Implementation in Taiwan PWB Manufacturer", in *Journal of Cleaner Production*, 17(14) (2009), pp. 1249-1256.
- Turk, A.M. "The Benefits Associated with ISO 14001 Certification for Construction Firms: Turkish Case", in *Journal of Cleaner Production*, 17(5) (2009), pp. 559-569.
- U.S. Environment Protection Agency [EPA]. *Green Building*, 2014.
- UE4SD. *Leading Practice Publication: Professional Development of University Educators on Education for Sustainable Development in European Countries*, Vol. 2015, Charles University in Prague, Prague, 2015.
- Ugwu, O.O. & M.M. Kumaraswamy & A. Wong & S.T. Ng. "Sustainability Appraisal in Infrastructure Projects (SUSAIP): Part 1. Development of Indicators and Computational Methods", in *Automation in Construction*, 15(2) (2006), pp. 239-251.
- UN. *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*, 2015.
- Uncapher, L.M. & L.H. Lovins & M. Cureton & W.D.B. Wiley. "Green Development: Integrating Ecology and Real Estate", in *Construction Management and Economics*, 18 (2000), pp. 969-971.
- UN-DESA. *Education. Division for Sustainable Development*, UN-DESA, 2017, Retrieved from <https://SustainableDevelopment.un.org/topics/education>.
- Unesco. "United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014): International Implementation Scheme", in *Journal of Education for Sustainable Development* 3:1 (2009), Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation, 2005, pp. 87-97.
- United States Green Building Council [USGBC]. *LEED*, 2015.
- Vierra, S. *Green Building Standards and Certification Systems*, Washington DC: Steven Winter Associates, Inc, 2011.
- Vyas, G.S. & K.N. Jha. "Identification of Green Building Attributes for the Development of an Assessment Tool: A Case Study in India", in *Civ. Eng. Environ. Syst*, 33 (4) (2016), pp. 313-334.
- Wei, B. & B. Zhang & W. Luo. "Research on Assessment Method of Green Buildings in China", in Paper Presented at the ASME 2010 4th International Conference on Energy Sustainability, 2010.
- Wilson, A. & J.L. Uncapher & L. McManigal & H.L. Lovins & M. Cureton & W.D. Browning. *Green Development: Integrating Ecology and Real Estate*, John Wiley and Sons, Inc.: New York, NY, USA, 1998.
- World Green Building Council (WGBC), 2015, <http://www.worldgbc.org/>
- Wong, J.K.W. & J. Zhou. "Enhancing Environmental Sustainability over Building Life Cycles through Green BIM: A Review", in *Automation in Construction*, 57 (2015), pp. 156-165.
- Woodward, D.G. "Life Cycle Costing—Theory, Information Acquisition and Application", in *International Journal of Project Management*, 15(6) (1997), pp. 335-344.
- World Energy Outlook. *IEA*, International Energy Agency, 2013.
- Yahya, K. & H. Boussabaine. "Quantifying Environmental Impacts and Eco-costs from Brick Waste", in *Architectural Engineering and Design Management*, 6(3) (2010), pp. 189-206.
- Ye, L. & Z. Cheng & Q. Wang & H. Lin & C. Lin & B. Liu. "Developments of Green Building Standards in China", in *Renew. Energy*, 73 (2015), pp. 115-122.
- Yeheyis, M. & K. Hewage & M.S. Alam & C. Eskicioglu & R. Sadiq. "An Overview of Construction and Demolition Waste Management in Canada: A Life Cycle Analysis Approach to Sustainability", in *Clean Technologies and Environmental Policy*, 15(1) (2013), pp. 81-91.
- Zhang, Y. & J. Wang & F. Hu & Y. Wang. "Comparison of Evaluation Standards for Green Building in China, Britain, United States", in *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 68 (2017), pp. 262-271.
- Zuo, J. & Z.Y. Zhao. "Green Building Research— Current Status and Future Agenda: A Review", in *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30 (2014), pp. 271-281.