علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیستم، شماره ششم ، اسفند ماه ۹۷

چارچوب مقایسه معیارهای ارزیابی در سامانه‌های رتبه‌بندی محیطی و پایداری ساختمان؛(نمونه‌موردی: سامانه‌های BREEAM، LEED، CASBEE، DGNB و HQE)

سید مجید مفیدی شمیرانی[۱]
منصوره طاهباز[۲]
آیدا مهربان [۳]*
Ayda.mehraban@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۵/۰۵ تاریخ پذیرش:۹۵/۰۸/۲۶

چکیده

زمینه و هدف: امروزه، سامانه‌های متعدد رتبه‌بندی پایداری میزان هم‌سازی ساختمان با محیط را ارزیابی می‌کنند. معیارهای ارزیابی - به‌عنوان مهم‌ترین رکن سنجش- گرایش غالب هر سامانه را مشخص می‌کند. در این پژوهش با سنجش اهمیت نسبی و اولویت‌گذاری معیارها، این گرایش در مواجهه با مباحث پایداری تبیین می‌گردد.

روش بررسی: در این پژوهش، چارچوب مشترکی برای مقایسه و تحلیل موشکافانه‌ی معیارهای ارزیابی پنج سامانه‌ی فراگیر دنیا (BREEAM، LEED، CASBEE، DGNB و HQE) در قالب مطالعات کتابخانه‌ای ارایه شده‌است. با استفاده از تدابیر تحلیلی- مقایسه‌ای، معیارهای ارزیابی سامانه‌های موجود در قالب چهارچوب پیشنهادی استخراج و سازمان‌دهی شده‌اند. به منظور شناخت اهمیت نسبی هر معیار، ضریب وزنی تک‌تک معیارها برداشت شده؛ جهت هم‌سازی داده‌ها و مقایسه‌پذیری، بر مبنای ۱۰۰ محاسبه گردیده است.

یافته‌ها: چارچوب مقایسه‌ای بر مبنای سه جنبه‌ی کلیدی توسعه پایدار - محیطی، اجتماعی و اقتصادی- سازمان یافته است که ۱۱ سرفصل ارزیابی را با عناوین انرژی، آب، ساخت‌گاه، بارهای محیطی، مصالح، پس‌ماند، کیفیت فضای داخلی، مباحث فرهنگی - اجتماعی، اقتصاد، کیفیت فنی و عملکردی، مدیریت و فرآیندهای پایدار پوشش می‌دهد. معیارهای زیرمجموعه هر سرفصل امکان سنجش قابلیت هر سامانه را در سطوح ریزتر ارزیابی فراهم آورده‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری: مبانی و رویکرد هر سامانه نقش موثری در سازمان‌دهی ساختار محتوایی معیارها دارد؛ مثلا DGNB، که ساختار ارزیابی آن منطبق با اصول سه‌گانه معماری پایدار سامان یافته، بخش قابل توجهی از معیارهایش به موضوعات اقتصادی- اجتماعی اختصاص دارد؛ درصورتی‌که در BREEAM ، LEED و یا HQE، که به نسل اول سامانه‌ها تعلق دارند، ساختار ارزیابی عمدتا به مباحث محیطی می‌پردازد. در سامانه‌های کل‌نگر مانند DGNB و CASBE مباحثی چون کارکرد، قابلیت‌های فنی و سرویس‌دهی ساختمان نمود بیش‌تری یافته‌اند؛ درحالی‌که در سامانه‌های جزنگر مانند BREEAM، LEED و HQE، حفظ منابع از جمله انرژی، آب، زمین و... اهمیت می‌یابد. هرچند در هر دو گروه به انرژی و کیفیت محیط داخلی موکدا توجه شده‌است.

واژه های کلیدی: سامانه‌های رتبه‌بندی پایداری، معیارهای ارزیابی، ضرایب وزنی، اهمیت نسبی معیارها، چارچوب مقایسه‌ای معیارها.

۱ - دکتری تخصصی معماری، استادیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران. * (مسوول مکاتبات)
۲ - دکتری تخصصی معماری، استادیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۳ - دکتری تخصصی معماری، گروه تخصصی معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

Archive of SID
www.SID.ir

J. Env. Sci. Tech., Vol 20, No.6, March, 2019

A Framework for Comparing Assessment Criteria of Environmental and Sustainability Rating Systems

Seyed Majid Mofidi Shemirani [1]

Mansoureh Tahbaz [2]

Ayda Mehraban [3 *]

ayda.mehraban@gmail.com

Admission Date: November 16, 2016 Data Received: July 26, 2016

Abstract

Background and Objective: Nowadays, enviromental impact of buildings is assessed by several sustainability rating systems. Analyzing relative importance and prioritizing of assessment criteria, as the principal measures for rating systems, indicate the general trend of those systems in accordance with three pillars of sustainability, i.e. environment, economics and society.

Method: Having gathered data in the form of library-based study, this paper proposes a framework to compare and analyze the criteria of widely-used assessment systems, including BREEAM, LEED, CASBEE, DGNB and HQE. By chossing an analytical-comparative method, assessment criteria for 5 rating systems are explored and classified. In order to acquire the relative importance of each criterion, weigthing coefficients are adopted and the weighted percentages are calculated.

Findings: The comparative framework organized by three principles of sustainability, mainly covers 11 categories including Energy, Water, Site, Environmental Loads, Material, Waste, Indoor Environmental Quality, Socio-cultural issues, Economics, Technical and Functional Quality and Sustainable Management. Sub-criteria of each category provide the possibility for evaluating rating systems sufficiency at the micro level.

Discussion and Conclusion: Rating systems concepts and trends have a major role in organizing criteria structure. For example, DGNB, which has an assessment structure in compliance with the three principles of sustainable architecture, much of criteria are assigned to economic and social issues, while BREEAM, LEED and HQE, considered as first generation of rating systems, mostly deal with environmental issues. In the holistic systems such as DGNB and CASBE issues such as performance, technical capabilities and building service are generally highlighted, whereas atomistic systems such as BREEAM, LEED and HQE give importance to preservation of resources including energy, water, land, etc. However, in both systems, energy and indoor environment quality are significantly considered.

Keywords: Sustainability Rating Systems, Assessment criteria, Weighting coefficients, Relatice importance of criteria, Comparative framework.

1- Associate Professor of Department of Architecture, School of Architecture & Urban Studies, University of Science & Technology, Tehran.

2- Associate Professor of Department of Architecture, School of Architecture & Urbanism, Shahid Beheshti University, Tehran.

3- Ph.D, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Department of Art and Architecture, Tehran.

* (*Corresponding Author*)

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

در اکثر کشورهای توسعه‌یافته‌ی دنیا میزان هم‌سازی و سبز بودن ساختمان‌ها در راستای سیاست‌های توسعه و معماری پایدار با ایجاد سامانه‌های سنجش پایداری ارزیابی می‌شود. سامانه‌هایی مانند LEED، BREEAM، CASBEE و... از این دست هستند، که با سنجش عملکرد ساختمان و تاثیرات آن بر روی محیط‌زیست و کاربر به رتبه‌بندی ساختمان‌ها می‌پردازند. متناسب با مشخصات اقلیمی، جغرافیایی، فرهنگی و... هرکشور تفاوت‌های معناداری در ساختار کلی امتیازدهی و اولویت‌گذاری هر سامانه وجود دارد. با این حال در همه‌ی این سامانه‌ها با ارزیابی متغیرهای ساختمان و ارایه نتیجه در قالب پاسخ‌های کمی، گواهی‌نامه‌ی معتبری اعطا می‌گردد که مورد قبول معماران، بنگاه‌های معاملاتی املاک و دیگر دست‌اندرکاران ساختمان است (۱، ۲ و ۳). در این مقاله از میان سامانه‌های موجود، پنج سامانه‌ی اصلی و برجسته ارزیابی پایداری ساختمان شامل BREEAM (بریتانیا)، LEED (آمریکا)، CASBEE (ژاپن)، DGNB (آلمان) و HQE (فرانسه) انتخاب شده‌اند. میزان فراگیری سامانه، پوشش دادن کلیه مراحل چرخه حیات در ارزیابی، برخورداری از روش ارزیابی جامع، ساختارمند و منحصربه‌فرد و مهم‌تر از تمامی موارد فوق، اصیل و بدیع بودن سامانه (غیراقتباسی بودن) شاخص‌های اصلی انتخاب این پنج سامانه بوده‌اند. این انتخاب طی فرایند امتیازدهی مبتنی بر حذف سامانه‌های اقتباسی و مشابه و گزینش سامانه‌های اصلی و پیشتاز- که کلیه سامانه‌های موجود متاثر و برگرفته از آن‌هاست- صورت گرفته است. متغیرهای منطقه‌ای متعلق به بستر هر سامانه مانند اقلیم، جغرافیا، فن‌آوری و... اگرچه ظهور سامانه‌هایی با ساختارهای متنوع را توجیه می‌نماید؛ اما این امر تنها دلیل تفاوت سامانه‌ها نیست. به عبارت دیگر علاوه بر تفاوت‌های منطقه‌ای و زمینه‌ای؛ ساختار متفاوت ارزیابی، مبانی نظری، کانسپت، چشم‌انداز و رویکرد هر سامانه نیز منجر به شکل‌گیری سامانه‌های متعددی شده‌است؛ مانند سامانه‌های CASBEE، HQE و DGNB که دارای تفاوت‌های ساختاری جدی نسبت به هم هستند. معیارهای ارزیابی، که مهم‌ترین رکن سنجش و رتبه‌بندی سامانه‌ها به‌شمار می‌روند، تفاوت ساختاری و شکلی سامانه‌ها را به بهترین گونه عرضه می‌دارند. به عبارتی سرفصل‌های هر سامانه، که برگرفته از مبانی و رویکرد متفاوت آن‌ها در قالب گروه‌های معیاری متنوع طبقه‌بندی می‌شوند، نتایج مختلفی را در سنجش پایداری فضاها و ساختمان‌ها رقم می‌زنند. از این رو، نظر به اهمیت و ضرورت شناخت معیارها این پژوهش قصد دارد ضمن بازشناسی سرفصل‌ها و معیارهای ارزیابی پنج سامانه‌ی معتبر پایداری دنیا؛ چارچوبی برای مقایسه‌ی تطبیقی و تحلیل موارد تشابه و تفاوت آن‌ها ارایه کند و در نهایت با مقایسه‌ی سهم وزنی معیارهای ارزیابی، اولویت‌گذاری و رویکرد کلی سامانه‌ها را تبیین نماید.

پیشینه‌ی پژوهش

تاکنون پژوهش‌های متعددی درباره‌ی معرفی سامانه‌های ارزیابی پایداری ساختمان‌ها و مقایسه‌ی آن‌ها در نشریات معتبر جهانی ارایه شده‌است. این پژوهش‌ها را می‌توان در قالب دو دسته‌ی کلی طبقه‌بندی کرد. گروه اول، بررسی کلیات سامانه، به دسته پژوهش‌هایی اختصاص دارد که کلیات ساختاری سامانه‌های موجود را در راستای اهداف متنوعی مانند دست‌یابی به شناختی جامع جهت تدوین سامانه جدید، گزینش سامانه برتر در میان سامانه‌ها، سنجش اثربخشی و تاثیرگذاری سامانه‌ها، بررسی تاثیرات محلی و منطقه‌ای بر سامانه و...، تحلیل و مقایسه می‌کند. گروه دوم، بررسی موضوعی معیارها و اجزای سامانه، مختص آن دسته از مطالعاتی است که به بررسی یک سرفصل یا معیار سامانه به همراه جزییات و شاخص‌های ارزیابی می‌پردازد و به‌طور عمده مباحثی چون انرژی، تصاعدات کربن و مصالح را مد نظر دارد. مقاله پیش رو از حیث محتوا و به سبب شناخت رویکرد و ساختار سامانه، در گروه اول مطالعات (بررسی کلیات سامانه‌ها، تفاوت‌ها و شباهت‌های ساختاری آن‌ها) قرار می‌گیرد. رویکرد اصلی این مقاله، که تفاوت‌های آن را با پژوهش‌های موجود نشان می‌دهد، از چهار جنبه‌ی زیر قابل بررسی است:

Archive of SID

www.SID.ir

الف- شناخت گرایش و رویکرد هرسامانه: در این مقاله سعی شده با بررسی دقیق معیارهای هر سامانه، رویکرد و گرایش آن سامانه مشخص گردد. لذا با توجه به هدف فوق، بررسی و ارزیابی تمامی معیارها (و حتی زیرمعیارها) ضرورت می‌یابد. در پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه، از جمله منابع ۱، ۴، ۵ و ۶ درج‌شده در جدول۱، به‌سبب بررسی ساختار کلی سامانه‌ها، و عدم تحلیل محتوایی معیارهای ارزیابی، رویکرد اصلی سامانه‌ها تبیین نگردیده است (۱، ۴، ۵ و ۶). در این راستا می‌توان از مقاله‌ی بررسی جامع معیارهای سامانه‌های ارزیابی محیطی ساختمان نام برد که ضمن مقایسه و تحلیل پنج سامانه BREEAM، LEED، CASBEE، Plus BEAM (هنگ‌کنگ) و ESGB (چین) نکات قوت و ضعف سامانه‌ها را در زمینه‌های سرفصل‌های ارزیابی، وزن‌دهی سرفصل‌ها، رتبه‌بندی و فرآیند صدور گواهی‌نامه ارایه می‌نماید. اما در این بررسی به‌دلیل پردازش و توجه صرف به جنبه‌های کلان و ساختاری سامانه، جزییات معیارهای ارزیابی مورد تحلیل قرار نگرفته‌است (۱). این موضوع که بر مهم‌ترین جنبه‌ی نوآورانه‌ی پژوهش حاضر تاکید می‌کند، حتی در منبع شماره۳، که نزدیک‌ترین ساختار را با پژوهش حاضر دارد، به‌دلیل عدم مقایسه برمبنای ضرایب وزنی معیارها، مغفول مانده است. مرجع فوق ضمن سنجش موارد تشابه و تمایز چهار سامانه‌ی فراگیر و معتبر BREEAM، LEED، CASBEE و SBTool، از منظر سیستم وزن‌دهی و معیارهای آن‌ها، با ارایه‌ی چارچوب جامع تطبیقی معیارهای ارزیابی، علاوه بر مباحث محیطی؛ موضوعات اجتماعی، اقتصادی و کیفیت خدمات ساختمان را نیز پوشش داده است (۳).

ب- بررسی اهمیت نسبی سرفصل‌ها و معیارهای ارزیابی: در این پژوهش با توجه به ضرورت شناخت اهمیت نسبی هر سرفصل و موضوع در سامانه، با تحلیل ضرایب وزنی معیارها، جایگاه و نسبت وزنی آن‌ها در سامانه و همچنین نسبت به دیگر سامانه‌ها تبیین شده‌است. لذا بررسی و تحلیل تنها یک سرفصل (مانند انرژی، پس‌ماند و...) یا جزیی از سامانه نمی‌تواند پاسخ‌گوی این وجه ارزیابی باشد. از سوی دیگر، پیش از شناخت کلیات سامانه ارزیابی جزییات آن نیز امکان‌پذیر نیست. در پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه ازجمله منابع ۳، ۷، ۸ و ۹ درج‌شده در جدول ۱ با وجود شناخت و طبقه‌بندی معیارها و حتی بررسی ضرایب وزنی آن‌ها، به دلیل بررسی ضرایب مختص به سرفصل‌های اصلی و بررسی نکردن معیارها و زیرمعیارها، فقط اهمیت نسبی سرفصل‌های اصلی سنجیده شده‌است (۳، ۷، ۸ و ۹).

پ- ارایه چارچوب ارزیابی و مقایسه‌ای معیارها: در عمده مقالات موجود، چارچوب‌های مقایسه‌ای صرفا به سرفصل‌های اصلی محدود گشته است. مقاله‌ی چارچوبی برای مقایسه تفصیلی ابزارهای ارزیابی محیطی ساختمان، (۱۰) نیز قالبی متشکل از چهار بخش ساختار، محتوا، کلیات و قلمرو پوشش، جهت مقایسه تحلیلی سه ابزار ارزیابی LEED[1] CSH (بریتانیا) و EcoEffect (سوئد) ارایه می‌دهد (۱۰). در این پژوهش نیز علی‌رغم ارایه چارچوب جامع، که کلیه موضوعات را پوشش داده، همچنان جای خالی بررسی محتوایی و اولویت‌گذاری معیارها در ساختار پیشنهادی به چشم می‌خورد. طبقه‌بندی طرح‌شده در منابع شماره ۳، ۲ و۱۱ نیز که به ارایه ساختار معیاری برای کشورهای اردن و عربستان پرداخته‌اند، و همچنین منابع شماره ۱۲الی ۱۷ و مطالعات موضوعی آن‌ها درخصوص مباحث انرژی، پس‌ماند، کیفیت محیط داخلی، در مسیر تدوین چارچوب پژوهش بسیار راه‌گشا بوده، اما این پژوهش از نظر تدوین چارچوب ارزیابی که کلیه سرفصل‌های پیشنهادی و معیارها و زیرمعیارهای موجود در ۵ سامانه را پوشش داده؛ جدید و پیش‌رو می‌باشد (۲، ۳، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷).

ت- بررسی و مقایسه ۵ سامانه اصلی و غیراقتباسی موجود دنیا: در این مقاله سعی شده‌است سامانه‌های مهم و پیش‌رو موجود در دنیا، که دارای کم‌ترین الگوی اقتباسی و تقلیدی بوده، با وجود برخورداری از تفاوت‌های ساختاری، تحلیل شوند. در بیش‌تر مطالعات مقایسه‌ای صورت‌گرفته در این حوزه، بررسی‌ها عمدتا به ارزیابی دو سامانه BREEAM، LEED و سامانه‌های مشتق‌شده از آن‌ها محدود شده‌است. سامانه‌ی ژاپنی

1-Code for Sustainable Homes

Archive of SID

www.SID.ir

CASBEE نیز سامانه‌ی شناخته‌شده‌ای است که تا حدودی در فرایند بررسی مقالات تحلیل شده‌است. اما کم‌تر مقاله‌ای را می‌توان یافت که طی آن سامانه پرسابقه HQE فرانسه و سامانه موفق DGNB آلمان را نیز در کنار دیگر سامانه‌های مهم مقایسه و تحلیل کرده باشد. دسترس‌ناپذیری و فرانسه‌زبان بودن محتوای سامانه HQE و همچنین زبان آلمانی و نوظهور بودن سامانه DGNB از یک سو و وجود تفاوت‌های ساختاری و ماهوی در میان این دو سامانه با BREEAM و LEED ازسوی دیگر، می‌تواند دلایل اصلی نپرداختن به آن‌ها در مقالات پژوهشی قلمداد شود.

در جدول۱ نمونه‌ای از مقالات موجود درخصوص سامانه‌های ارزیابی، به تفکیک دو گروه تحلیل کلیات سامانه و بررسی موضوعی معیارها و اجزا، به همراه کلیات موارد بررسی‌شده و همچنین اصلی‌ترین نتیجه‌ی دریافتی، به‌طور بسیار خلاصه ارایه می‌گردد. ستون آخر جدول جنبه‌ی نوآورانه پژوهش حاضر را به استناد چهار رویکرد پیش‌گفته در مقایسه با این مقالات بیان می‌کند.

جدول ۱- مروری بر گزیده پژوهش های انجام شده، با تاکید بر جنبه های نوآورانه مقاله حاضر (نگارندگان)

Table 1- Selected researches review with emphasis on innovative aspects of this article

	عنوان مقاله	موارد مورد بررسی	نتایج بررسی	جنبه نوآورانه تحقیق
گروه اول- بررسی کلیات سامانه‌ها	بررسی جامع معیارهای سامانه‌های ارزیابی محیطی ساختمان* (۱)	مقایسه و تحلیل ۵ سامانه BREEAM، LEED، CASBEE، BEAM Plus (هنگ‌کنگ) و ESGB (چین) با ارایه نکات قوت و ضعف سامانه‌ها را در زمینه‌های سرفصل‌های ارزیابی، وزن‌دهی سرفصل‌ها، رتبه‌بندی، روش و فرآیند صدور گواهی‌نامه.	در میان ۵ سامانه مورد بررسی BREEAM و LEED جامع‌ترین سامانه‌ها هستند. باوجود نشات گرفتن BEAM plus از BREEAM و ESGB از LEED با گذشت زمان، ارتباطشان با ریشه‌هایشان کم‌تر شده‌است. هرچند توافقی نسبی درخصوص ضرایب تخصیصی به موضوعات کلیدی وجود دارد.	مقایسه کلیات ساختاری سامانه‌ها و عدم تحلیل محتوایی معیارهای ارزیابی.
	تدوین ابزار ارزیابی ساختمان سبز برای کشورهای درحال‌توسعه؛ نمونه موردی اردن (۲)	تدوین سامانه رتبه‌بندی ساختمان سبز، برای واحدهای اقامتی اردن، متناسب با شرایط منطقه‌ای، و مبتنی بر اصول سه‌گانه توسعه پایدار. (برگرفته از سامانه‌های بین‌المللی ارزیابی ساختمان سبز موجود، از جمله BREEAM، LEED، CASBEE، وGBTool)	ارایه ابزار پیشنهادی SABA (سامانه رتبه‌بندی ساختمان سبز)، در قالب برنامه‌ای رایانه‌محور، متناسب با بافت زمینه‌ای اردن از منظر مباحث محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی آن.	تدوین سامانه برای اردن (عدم ارایه نتایج حاصل از بررسی سامانه‌های موجود).
	روش تدوین ابزار ارزیابی ساختمان‌های پایدار* (۳)	بررسی مهم‌ترین و فراگیرترین سامانه‌های جهانی BREEAM، LEED، SBTool، و CASBEE، و شناخت حوزه‌های هم‌گرایی و تمایزات سامانه‌ها، جهت به‌کارگیری معیارهای محیطی موجود در سامانه‌های جدید بالقوه.	باتوجه به عدم امکان تعمیم معیارهای سامانه‌های موجود، به تمامی مناطق، ناشی از وجود تفاوت‌های منطقه‌ای، در این پژوهش، با تجمیع معیارهای موجود، و هم‌ساز نمودن آن با شرایط عربستان، یک مدل کلی ارزیابی محیطی، ارایه می‌گردد. (مبتنی بر فرآیند اجماع‌محور)	عدم مقایسه سامانه‌ها از منظر اهمیت نسبی معیارها و ضرایب وزنی آن‌ها (تحلیل به طبقه‌بندی معیارها محدود شده‌است).

Archive of SID

www.SID.ir

	تحلیل مقایسه‌ای پنج سیستم رتبه‌دهی (ارزیابی) پایداری (۴)	مقایسه ۵ سامانه BREEAM (بریتانیا)، LEED (ایالات متحده)، CASBEE (ژاپن)، Green Star (استرالیا)، و HK-BEAM (هنگ‌کنگ)، و امتیازدهی آن‌ها در قالب ۹ سرفصل محبوبیت و نفوذ، در دسترس بودن، روش، قابلیت اجرا، فرآیند جمع‌آوری داده‌ها، اعتبار و صحت، کاربردوستی، توسعه، ارایه نتایج.	درمجموع ارزیابی‌ها LEED و BREEAM از بالاترین امتیاز برخوردار بوده و پس از آن‌ها، به‌ترتیب سامانه‌های CASBEE، HK-BEAM و Green Star قرار دارند.	گزینش سامانه برتر و عدم بررسی جزییات معیاری و محتوایی.
	تحلیل چارچوب‌های ارزیابی محیط زیستی ساختمان و آثار آن بر شاخص‌های پایداری (۵)	تبیین نقش سامانه‌های ارزیابی از طریق ۴ مشخصه جامعیت (یکپارچگی انواع دانش‌ها)، دستورالعمل طراحی (عاملی جهت تشویق به طراحی و اجرای بهتر)، نشانه بودن (ایجاد نشانه‌ای به‌معنای طراحی و ساخت سازگار با محیط زیست)، و ابزار ارتباطی (به‌منزله ایجاد وسیله‌ای ارتباطی مابین تمامی دست‌اندرکاران ساختمانی).	توجه به سه آیتم دانش (نوآوری‌های علمی)، اعتبار و قدرت (روش‌های معتبر برای ارایه راه‌کارهای مهم)، و اجرا (اقدامات جمعی- افزایش مشارکت ذی‌نفعان)، جهت ایجاد و توسعه سیستم‌های ارزیابی موثر.	ارایه راه‌کار اجرایی جهت افزایش تاثیر و ارتقا سامانه‌ها، و عدم تحلیل سامانه‌های موجود.
	بررسی تطبیقی اولویت‌بندی موضوعات محیطی؛ LEED در مقابل دیگر سامانه‌های اصلی صدور گواهی‌نامه (۶)	بررسی اولویت‌بندی (سیستم وزن‌دهی) موضوعات محیطی در سامانه LEED، و شناخت مسایل ناشی از تعمیم اولویت‌های این سامانه آمریکایی به سراسر جهان، در مقایسه با دیگر سامانه‌های اصلی چون BREEAM، SBTool، CASBEE، و Green Star، از منظر نحوه وزن‌دهی.	استفاده عین‌به‌عین سامانه بین‌المللی LEED در سراسر جهان، نمی‌تواند نتایج موثری از ارزیابی به‌دست دهد. لذا بر ضرورت بهره‌گیری از سیستم وزن‌دهی، در راستای افزایش انعطاف‌پذیری این سامانه جهت تعمیم‌پذیری آن تاکید می‌گردد.	تحلیل سامانه‌های اصلی از منظر سیستم وزن‌دهی و راه‌کارهای تعمیم‌بخشی آن‌ها، (عدم تحلیل کلیات و معیارها).
	مقایسه سیستم‌های رتبه‌بندی پایداری LEED و ITACA در ساختمان‌های مسکونی (۷)	ارزیابی و امتیازدهی دو ساختمان مسکونی سبز، توسط دو سامانه LEED و ITACA.	بالاتر بودن سطح نمره دریافتی ساختمان‌ها در سامانه ITACA از LEED. LEED اهمیت بیش‌تری به مباحث مرتبط با سایت و مصالح می‌دهد، و در عوض در ITACA انرژی و مدیریت آب از اهمیت بیش‌تری برخوردار است.	مقایسه دو سامانه اصلی و اقتباسی و عدم امکان تعمیم نتایج آن.
	سامانه‌های رتبه‌بندی پایداری ساختمان؛ مطابقت و همبستگی (۸)	تخصیص ضرایب وزنی به سرفصل‌ها و بخش‌ها (معیارهای ارزیابی) در سامانه سریلانکا، و مقایسه وزن‌های تخصیص داده‌شده در این سامانه، با ۸سامانه مختلف دنیا، از طریق بررسی تطبیقی میزان پیوستگی ضرایب تخصیصی با شرایط منطقه‌ای.	وجود پیوند و ارتباطی پیوسته میان ضرایب تخصیصی و شاخص‌های منطقه‌ای درخصوص سه سرفصل ساخت‌گاه، آب و انرژی، درمیان سامانه‌های مورد بررسی.	تبیین روش و شاخص‌های اثرگذار بر وزن‌دهی، با تمرکز بر سه سرفصل.

Archive of SID

www.SID.ir

	هم‌ساز نمودن (زمینه‌گرایی) سامانه‌های رتبه‌بندی ساختمان سبز با زمینه؛ نمونه موردی هنگ‌کنگ (۹)	تحلیل سه سامانه ارزیابی در سه مقیاس بین‌المللی (LEED)، ملی (GBL) و منطقه‌ای (BEAM Plus) جهت بررسی امکان انطباق و ایجاد سازگاری میان سامانه‌های ملی و بین‌المللی با زمینه محلی و بافت زمینه‌ای هنگ‌کنگ.	تبیین سه استراتژی جهت بازنگری سیستم‌های ارزیابی ملی یا بین‌المللی، در راستای لحاظ‌نمودن و حل چالش‌های محلی، ۱- ترکیب استانداردهای محلی و بین‌المللی/ ۲- اولویت‌بندی معیارها باتوجه به چالش‌های محلی/ ۳-افزایش یا کاهش الزامات و نیازمندی‌ها، منطبق بر شرایط منطقه‌ای و محلی.	تحلیل سه سامانه، در سه مقیاس مختلف، از منظر میزان انطباق آن‌ها با زمینه محلی (عدم تحلیل سامانه‌های هم‌مقیاس).
	چارچوب مقایسه تفصیلی ابزارهای ارزیابی محیطی ساختمان (۱۰)	تدوین چارچوب مقایسه‌ای متشکل از ۱- ساختار (سلسله‌مراتب، اجزا و...)، ۲-محتوا (رتبه‌بندی، نمره‌دهی، سرفصل، معیار و پارامترهای ارزیابی)، ۳-کلیات (روش، وزن‌دهی) و ۴-قلمرو پوشش (کاربرد، محدوده زمانی و مکانی، تاثیرات) و مقایسه سامانه‌های LEED، CSH (بریتانیا) و EcoEffect (سوئد)	تاکید بر اهمیت مقایسه سامانه‌های موجود، و بهره‌گیری از چارچوب‌های مقایسه‌ای نظام‌مند و دارای جزییات. وجود سرفصل‌های مشترک انرژی، آلودگی، محیط داخلی، مصالح و پس‌ماند، در تمامی سامانه‌ها.	عدم بررسی محتوایی معیارها، ضرایب وزنی و اولویت‌گذاری آن‌ها در ساختار پیشنهادی
	تدوین طرح ارزیابی ساختمان پایدار در عربستان سعودی؛ روش مشاوره‌ای دلفی (۱۱)	آزمون انطباق‌پذیری طرح‌های راهبردی بین‌المللی (مانند BREEAM و LEED) برای محیط ساخته‌شده عربستان سعودی. و شناسایی دسته‌ها و معیارهای ارزیابی قابل‌انطباق برای عربستان.	طرح‌های ارزیابی موجود قابلیت انطباق با محیط عربستان را نداشته، لذا باتوجه به ضرورت ایجاد سیستم‌های ارزیابی در عربستان به‌علت پتانسیل بالای انرژی‌های تجدیدپذیر آن، سامانه‌ای با ۱۱ دسته و ۹۲ معیار جهت ارزیابی ساختمان‌های اقامتی تدوین گشته‌است. (ازطریق تکنیک دلفی)	تدوین سامانه برای عربستان (عدم ارایه نتایج حاصل از بررسی سامانه‌های موجود).
گروه دوم- بررسی موضوعی معیارها و اجزای سامانه	گوناگونی ابزارهای ارزیابی محیط زیستی ساختمان در سنجش میزان تصاعدات کربن (۱۲)	بررسی و تحلیل ویژگی‌ها و استانداردهای سامانه‌های BREEAM، LEED، BEAM Plus (هنگ‌کنگ)، CASBEE (ژاپن)، Green Star (استرالیا)، Green Mark (سنگاپور) در زمینه ارزیابی چرخه زندگی تصاعدات کربن، از طریق بررسی ضرایب وزنی معیارهای مرتبط با بهره‌وری انرژی و تصاعدات.	در سامانه‌های ارزیابی موجود عمدتا تصاعدات کربن در مرحله بهره‌برداری، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و فقط در سامانه CASBEE این ارزیابی کل چرخه حیات را پوشش می‌دهد. و تفاوتی جدی در مبنا، میزان، و چگونگی سنجش کربن، در میان سامانه‌های متعدد وجود دارد.	بررسی موضوعی با تمرکز ویژه، تنها بر مبحث تصاعدات کربن.
	بررسی مصرف انرژی در سامانه‌های ارزیابی محیطی ساختمان (۱۳)	مقایسه دقیق روش ارزیابی مصرف انرژی در میان ۵ سامانهBREEAM، LEED، BEAM Plus، CASBEE، و ESGB	LEED در مقایسه با دیگر سامانه‌های مورد بررسی، دقیق‌تر و سخت‌گیرانه‌تر عمل نموده و ارزیابی را از روش بودجه	بررسی موضوعی با تمرکز ویژه، تنها بر مبحث انرژی.

Archive of SID

www.SID.ir

		(چین)، مبتنی بر معیارها و روش‌های ارزیابی، پارامترهای پیش‌فرض، مقیاس عملکردی، ابزارهای شبیه‌سازی مصوب، شاخص‌های عملکردی ارزیابی.	هزینه انرژی انجام می‌دهد. سامانه‌های دارای قدمت بیش‌تر از سطوح عملکردی سخت‌گیرانه‌تری برخوردارند، اما سامانه‌های جدیدتر سنجش را آزادانه‌تر و در سطوح پایین‌تر، صورت می‌دهند.	
	مقایسه ارزیابی کارایی انرژی در بین سه سامانه LEED، BREEAM و Green Star (۱۴)	تحقیق و بررسی ارزیابی عملکرد انرژی در سه سامانه LEED، BREEAM و Green Star، برای ساختمان‌های جدید اداری (نمونه موردی دبی).	وجود تفاوت قابل‌توجه در نتایج ارزیابی عملکرد انرژی، در سامانه‌های مختلف (یک ساختمان که در Green Starرتبه بالایی از منظر کارایی انرژی دریافت نموده، توسط BREEAM در سطح پایین ارزیابی شده، و در سنجش توسط LEED در سطح غیرقابل‌قبول قرارگرفته‌است.)	بررسی موضوعی با تمرکز ویژه، تنها بر مبحث انرژی.
	بررسی تطبیقی الزامات مدیریت پس‌ماند در میان پنج سامانه رتبه‌بندی ساختمان سبز، برای ساختمان‌های جدید مسکونی (۱۵)	مقایسه اهمیت نسبی الزامات و ضوابط مدیریت زباله‌های ناشی از ساخت‌وساز در میان ۵ سامانه BREEAM، LEED، ESGB (چین)، Green Globes (کانادا)، GBI (مالزی).	معیارهای دو سامانه Green Globes و ESGB عمدتا بر کاهش تولید زباله و بهینه‌سازی مصرف مصالح تاکید دارند، در صورتی‌که سامانه‌های LEED، BREEAM و GBI اصول مرتبط با بازیافت و استفاده مجدد از زباله‌های ساختمانی را در فرآیند ساخت‌وساز مدنظر قرار می‌دهند.	بررسی موضوعی و تمرکز ویژه تنها بر مبحث زباله‌های ساختمانی.
	گوناگونی نتایج ابزارهای شبیه‌سازی انرژی ساختمان و تاثیر آن‌ها بر رتبه‌بندی BREEAM و LEED(۱۶)	ارزیابی میزان مصرف انرژی یک خوابگاه دانشجویی در لندن، از طریق سه نرم‌افزار شبیه‌سازی انرژی و بررسی تاثیرات آن‌ها بر نتایج نهایی BREEAM و LEED.	ابزارهای متفاوت شبیه‌سازی، نتایج متفاوتی را در ارزیابی رقم می‌زند، که این نتایج مختلف، تاثیر اندکی بر نمره نهایی مختص به هر سامانه می‌گذارد. اما به‌علت وجود تفاوت در فرایند ارزیابی BREEAM و LEED، نمره نهایی کسب‌شده توسط ساختمان در دو سامانه کاملا متفاوت است.	بررسی موضوعی و تمرکز ویژه تنها بر مبحث انرژی.
	الزامات کیفیت هوای داخلی در گواهی‌نامه‌های ساختمان سبز (۱۷)	تجزیه و تحلیل چگونگی و میزان سنجش معیار کیفیت هوای داخل ساختمان(IAQ)، به‌عنوان یک زیرمجموعه از کیفیت محیط داخلی IEQ، در ۳۱ سامانه صدور گواهی‌نامه ساختمان سبز، درمیان ۳۰کشور دنیا.	متوسط سهم IAQ در سامانه، ۷٫۵ درصد می‌باشد. سه آیتم تهویه‌مطبوع، کنترل منابع انتشار و سنجش هوای داخلی، سه مسیر اصلی در نظام‌های ارزیابی ساختمان سبز، بوده، که در اکثر سامانه‌ها لحاظ شده‌است.	بررسی موضوعی و تمرکز ویژه تنها بر مبحث کیفیت هوای داخلی.

*- عناوین ستاره‌دار در تدوین مقاله حاضر و به‌خصوص در تدوین چهارچوب پیشنهادی معیارها، در مقایسه با دیگر مقالات ذکر شده، مورد استفاده بیش‌تری داشته‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

لازم به ذکر است در فرایند انجام این پژوهش، با توجه به ضرورت شناخت و بررسی به‌روزترین سیستم‌های موجود -که همواره در حال تغییر، توسعه و به‌روزرسانی هستند- داده‌های مرتبط به هر سامانه از سایت‌های مختص به آن، به‌عنوان معتبرترین و مستندترین مرجع شناسایی سامانه‌ها برداشت شده و صرفا در خصوص تدوین ساختار و چهارچوب مقایسه‌ای سامانه‌ها از منابع جدول ۱ استفاده شده‌است. علاوه بر مطالعات گفته‌شده در جدول۱، از آن‌جا که سامانه‌های موجود و تجارب آن‌ها مبنای هرگونه تدوین و توسعه‌ی سامانه‌ها بوده، لذا در تمامی مقالاتی که با هدف توسعه و ارتقای سامانه‌های موجود و یا تدوین سامانه‌های ملی جدید تنظیم شده‌اند، به‌نوعی معرفی و شناسایی سامانه‌های رایج نیز انجام شده‌است. بدیهی است نام بردن از تمامی آن‌ها (بالغ بر ۵۰ مقاله) در این مجال، مقدور نبوده و تنها به ذکر اسامی خلاصه‌ای از مهم‌ترین مقالات اکتفا گردیده است. در این مطالعات که بعضا متناظر با موضوع پژوهش، با معرفی و حتی مقایسه و تحلیل سامانه‌ها همراه است، عمدتا به سامانه‌های BREEAM و LEED و تا حدودی CASBEE اشاره شده‌است و سامانه‌های DGNB و HQE به‌علت انگلیسی‌زبان نبودن کم‌تر بررسی و تحلیل شده‌اند. لذا این پژوهش از حیث پرداختن به پنج سامانه‌ی اصلی و غیراقتباسی دنیا و ارایه‌ی چارچوب جامع مقایسه‌ای معیارها، کاملا بدیع و جدید می‌باشد. از سوی دیگر در پژوهش حاضر با بررسی تفصیلی معیارهای ارزیابی و وزن‌دهی آن‌ها، اولویت‌گذاری معیارها مورد مقایسه تحلیلی قرار گرفته؛ در نهایت رویکرد و جهت‌گیری سامانه‌ها در مواجه با مباحث پایداری تبیین شده‌است.

روش انجام پژوهش

مبتنی بر موضوع پژوهش، به‌منظور شناخت گرایش غالب سامانه‌های مختلف، ساختار تحقیق برمبنای رویکرد تطبیقی و مقایسه‌ای معیارهای ارزیابی و طبقه‌بندی آن‌ها پایه‌گذاری شده‌است. این رویکرد تطبیقی امکان شناسایی دقیق معیارها و استخراج مبانی و مفاهیم مستتر در سامانه‌ها را فراهم آورده؛ همچنین اهمیت نسبی و نسبت وزنی معیارها را در کل سامانه، و در مقایسه با دیگر سامانه‌ها تبیین می‌نماید. بررسی پیشینه مطالعات صورت‌گرفته در این حوزه نیز کاربرد وسیع این روش را در پژوهش‌های مشابه نشان می‌دهد. فرآیند انجام پژوهش در این مقاله، طی هشت مرحله زیر صورت پذیرفته است:

۱- انتخاب پنج سامانه اصلی جهت بررسی و مطالعه و معرفی اجمالی آن‌ها.

۲- مطالعه و بررسی معیارها و سرفصل‌های سامانه‌های منتخب.

۳- تعیین ۱۱ سرفصل اصلی (مبتنی بر سرفصل‌های موجود و متفاوت سامانه‌ها).

۴- تبیین چهارچوب معیاری برای هرسرفصل.

۵- جای‌گذاری و دسته‌بندی کلیه معیارها، در قالب ۱۱ سرفصل و معیارهای پیشنهادی.

۶- محاسبه نمره و وزن هر معیار و همسان‌سازی اعداد (محاسبه از۱۰۰).

۷- مقایسه و بررسی اهمیت نسبی معیارها.

۸- تعیین رویکرد کلی سامانه، مبتنی بر اصول سه‌گانه پایداری (سنجش میزان اهمیت مباحث محیطی، اجتماعی و اقتصادی در هرسامانه).

امروزه سامانه‌های متعددی در دنیا وجود دارند که هریک با رویکردی متفاوت به ارزیابی کارایی محیطی ساختمان می‌پردازند. در منابع موجود، این سامانه‌ها به‌طور عمده به دو دسته ابزارهای ارزیابی چرخه حیات (LCA) [1] و سامانه‌های معیارمحور (CBT)[2] تقسیم می‌شوند. سیستم‌های LCA سامانه‌هایی ذاتا کمی هستند و عمدتا بر مصرف انرژی، تصاعدات کربن و کربن نهفته تاکید دارند. اما سامانه‌های معیارمحور با پوشش‌دادن طیف وسیعی از مقولات پایداری، ارزیابی را برمبنای معیارها و کیفی‌تر از دسته‌ی قبل انجام می‌دهند[3](۲، ۶). با توجه به این تقسیم‌بندی و هدف مقاله در راستای بررسی سامانه‌های ارزیابی پایداری ساختمان‌ها، در این

1- Life Cycle Assessment
2- Criteria-based tools
۳- در برخی از منابع از این سامانه‌ها به‌عنوان سامانه‌های TQA (Total Quality Assessment) – ارزیابی کیفیت کلی، نیز نام برده می‌شود.(29)

Archive of SID

www.SID.ir

پـژوهش سـامانه‌های LCA حـذف شـده و صـرفا سـامانه‌های CBT که مورد تایید شورای سـاختمان سـبز جهـانی[1]هسـتند، تحلیل می‌شوند. برای انجـام پـژوهش ابتـدا مبتنـی بـر اسـامی ارایه‌شده در وب‌گـاه شـورای سـاختمان سـبز، فهرسـت کامـل سامانه‌ها برداشت شده، (۱۷، ۱۸)، پـس از غربـال‌گری اولیـه و حذف سامانه‌های منحصر به یک نوع ساختمان، محصولات و یـا یک موضـوع خـاص (مـثلا فقـط ارزیـابی انـرژی یـا مصـالح) و همچنین سامانه‌هایی که برای یک منطقـه محـدود جغرافیـایی تعریف شده باشند، بالغ بر ۴۰ سامانه فعال، که اسـامی آن‌هـا در جدول۲ قیدشده، شناسایی و معرفـی گردیـد. از آنجاکـه تعـداد بسـیاری از ایـن سـامانه‌ها برگرفتـه از دو سـامانه مهـم و اصـلی BREEAM و LEED هسـتند، بـرای دسـت‌یابی بـه نتایج برتر و مفیدتر، متکی بر سه معیار ۱- جامعیت سامانه، ۲- فراگیری و اثرگذاری و ۳- اصلی بودن (غیراقتباسی بودن)، طـی غربال‌گری ثانویه در میان سامانه‌های فعال، در دسـترس، قابـل سنجش (برخوردار از روش‌های سنجش کمـی) و جـامع (دارای انواع نظام‌های ارزیابی متناظر بـا چرخـه حیـات)، مهم‌تـرین و اصیل‌ترین سامانه‌ها گزینش شده‌اند. در میان سامانه‌های موجود و بـه اسـتناد معیارهـای فـوق شـش سـامانه BREEAM، LEED، CASBEE، DGNB، HQE و SBTool انتخاب شده‌اند. ایـن شـش سـامانه عـلاوه بـر فراگیـری زیـاد، برخورداری از ساختار نظام‌مند ارزیابی، جامعیت و پوشش دادن انواع نظام‌های ارزیـابی و مهم‌تـر از همـه اصـیل و غیراقتباسـی بودن، به نوعی نماینده کلیه سامانه‌های موجـود و مـورد تاییـد شورای ساختمان سبز جهانی هستند. بیش‌تر سامانه‌های موجود نیز برگرفته و اقتباسی از سامانه‌های LEED یـا BREEAM هستند. درجدول ۲ عناوین سـامانه‌ها، بـه تفکیـک سـامانه‌های اصلی کـه خاسـتگاه و نماینـده سـامانه‌های اقتباسـی هسـتند، نمـایش داده‌شده‌اسـت. شـایان ذکـر اسـت سـامانه‌هایی چـون MINERGIE (سـوییس)، سـاختمان سـبز[2](سـوئد)، GBL_Three Star (چـین)، LIDER A (پرتغـال)، PromisE(فنلاند)، KLIMA (اتریش) و استانداردهای سـبز[3] (روسیه)، به‌دلیل برخـورداری از سـاختاری متفـاوت نسـبت بـه دیگـر سـامانه‌های متـداول، و همچنـین پوشـش نـدادن کلیـه سرفصـل‌های محیطـی و سـطح فراگیـری متوسـط، در زمـره سامانه‌های منتخب قرار نگرفته؛ در جدول عنوان نشده‌اند.

1- World Green Building Council

2- Miljöklassad byggnad

3- Зеленые стандарты

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲- سامانه‌های اقتباسی و رابطه آنها با سامانه‌های اصلی (نگارندگان)

Table 2- Derivative systems and relation to original systems

سامانه‌های اصلی	سامانه‌های اقتباسی
LEED یا BREEAM	Green Star (استرالیا) (سامانه SA Green Star آفریقای جنوبی و Green Star NZ نیوزلند برگرفته از این سامانه است)- Green Globes (کانادا)- GREEN MARK (سنگاپور)- GBI (مالزی)- BEAM Plus (هنگ‌کنگ)- Pearl یا مروارید (امارات متحده عربی)- GREENSHIP (اندونزی)- G-SEED (کره جنوبی)-EEWH (تایوان)- LOTUS (ویتنام)- Trees (تایلند)
BREEAM	BREEAM ES (اسپانیا)- BREEAM SE (سوئد)- BREEAM DE (آلمان)- REEAM NL (هلند)- BREEAM NOR (نروژ)- BREEAM AT (اتریش)
LEED	Indian LEED (IGBC) (هند)- GRIHA (هند)- LEED برزیل- LEED آرژانتین- LEED کانادا
HQE	AQUA (برزیل)
DGNB	-
CASBEE	-
SBTool	SBTool PT (پرتغال)- SBTool CZ (چک)- VERDE (اسپانیا)- ITACA (ایتالیا)

از آن‌جا که سامانه SBTool به کشور خاصی تعلق ندارد و تنها به عنوان یک روش ارزیابی بین‌المللی طرح شده، از فهرست سامانه‌های مورد مقایسه حذف می‌شود. لذا باتوجه به موارد فوق، سامانه‌های نهایی مورد ارزیابی در این مقاله شامل پنج سامانه BREEAM، LEED، CASBEE، DGNB و HQE هستند که مستند به داده‌های ارایه‌شده در جدول۲ به نمایندگی از کلیه سامانه‌های موجود تحلیل و بررسی می‌شوند.

در این پژوهش پس از معرفی سامانه‌های منتخب، در قالب مطالعات کتابخانه‌ای (جمع‌آوری منابع به‌روز و موثق نوشتاری و جستجو در پایگاه‌های معتبر اینترنتی)، با شناخت دقیق و موشکافانه معیارهای ارزیابی، ۱۱ موضوع اصلی، به‌عنوان سرفصل‌های ارزیابی برداشت شده‌اند. این سرفصل‌ها که خود در قالب سه دسته کلان گروه محیطی، اجتماعی و اقتصادی طبقه‌بندی شده‌اند، با ارایه چارچوبی مشترک، امکان مقایسه و بررسی معیارهای متنوع سامانه‌های مختلف را در یک قالب مشترک فراهم نموده‌اند. در این راستا سعی شده‌است با استفاده از روش تفسیری و تدابیر تحلیلی- مقایسه‌ای، معیارهای ارزیابی سامانه‌های موجود در قالب این ۱۱ سرفصل و چارچوب پیشنهادی، استخراج، طبقه‌بندی و جاگذاری شوند. در ادامه این فرایند به‌جهت شناخت اهمیت نسبی هر معیار، ضرایب وزنی آن‌ها بررسی و برداشت شده‌است. درخصوص سامانه BREEAM، DGNB و CASBEE، که دارای نمره و ضریب وزنی هستند، حداکثر نمره هر معیار در ضریب وزنی سرفصل آن معیار ضرب شده؛ ملاک سنجش قرارگرفته است. در سامانه LEED که فاقد سیستم وزن‌دهی است، حداکثر نمره مختص به هر معیار، مبنای محاسبات قرار گرفته است. در سامانه HQE نیز با وجود آن‌که در آن صحبتی از ضرایب و وزن‌دهی به میان نیامده، اما باتوجه به ارزش‌گذاری نهایی آن، از طریق اعطای ستاره به سرفصل‌های اصلی، مبتنی بر تعداد ستاره‌های تخصیصی به هر سرفصل، ضرایب برآورد شده، و در فرآیند مقایسه و جداول تطبیقی، امتیاز هر معیار پس از اعمال ضریب مربوطه، محاسبه و درج گردیده است. به‌منظور مقایسه‌پذیر نمودن معیارها و جهت همسان‌سازی داده‌ها، کلیه امتیازها برمبنای ۱۰۰ محاسبه شده‌است. بدین معنی که ضرایب سامانه DGNB که کل نمره آن از ۱۰۰ محاسبه شده، بدون تغییر باقی می‌ماند. سامانه‌های BREEAM و LEED که به‌سبب برخورداری از امتیاز تشویقی مجموع نمرات آن‌ها ۱۱۰ می‌باشد، و CASBEE که حداکثر نمره دریافتی آن ۵

Archive of SID

www.SID.ir

است و همچنین نمرات HQE با حفظ تناسب آن، مجددا نسبت به ۱۰۰ محاسبه و بازتوزیع شده‌اند. پس از تعدیل نمرات، در نهایت در مراحل بعدی، مبتنی بر مقایسه ضریب وزنی و استخراج اهمیت نسبی معیارها (به‌صورت موضوعی)، رویکرد و گرایش غالب سامانه‌ها تبیین می‌گردد.

لازم به ذکر است، باتوجه به ضرورت شناخت کلیه ابعاد سامانه‌ها و گستره حجم موضوعات، در این مقاله جزییات انجام شش مرحله اول درج نگردیده، صرفا به ارایه نتایج آن بسنده شده‌است؛ زیرا که توضیح تفصیلی این مراحل، به‌ویژه مراحل ۵ و ۶، مستلزم ارایه جداول و چک‌لیست‌های ارزیابی هر سامانه، به همراه نمرات و ضرایب مختص هر معیار و همچنین جداول جدید امتیازدهی برمبنای چارچوب پیشنهادی و تعدیل امتیازات بوده، که فراتر از ظرفیت این نوشتار است.

یادآوری می‌شود از آن‌جا که هدف این مقاله ارایه چارچوبی جهت مقایسه‌پذیر نمودن سرفصل‌ها و معیارهای ارزیابی سامانه‌هاست، لذا در این مجال به جنبه‌های کلان سامانه‌ها مانند مبانی نظری سامانه، اهداف، تاریخچه، پیشگامان و حامیان، فرآیند ارزیابی و نمره‌دهی و... پرداخته نمی‌شود و جهت شناخت سامانه‌ها، صرفا به معرفی اجمالی آن‌ها و گردآوری کلیات این پنج سامانه در جدول ۳ بسنده شده‌است.

معرفی و مقایسه اجمالی سامانه‌های ارزیابی پایداری

در این بخش پنج سامانه‌ی BREEAM، LEED، CASBEE، DGNB و HQE به‌طور خلاصه معرفی شده؛ کلیات آن‌ها طرح می‌گردد. جهت مقایسه سریع و اجمالی، چکیده‌ای از مهم‌ترین مباحث ساختاری اطلاعات ۵ سامانه در قالب جدول۳ ارایه می‌شود.

BREEAM- سرواژه‌ی عبارت Building Research Establishment Environmental Assessment Method به معنای روش ارزیابی محیطی موسسه تحقیقات ساختمان، اولین سامانه ارزیابی است که در سال ۱۹۹۰، توسط بنیاد پژوهش‌های ساختمان[1] (BRE) در کشور بریتانیا تدوین گردید. این سامانه، که دارای طولانی‌ترین پیشینه در جهان است، الگو و مرجعی برای تدوین سامانه در دیگر کشورها از جمله کانادا، سنگاپور، هنگ‌کنگ، استرالیا، و... قلمداد می‌گردد. ساختار سلسله‌مراتبی ارزیابی ساختمان‌های آن متشکل از ۱۰ سرفصل مدیریت، سلامتی و رفاه، انرژی، حمل‌ونقل، آب، مصالح، پس‌ماند، بوم‌شناسی و استفاده از زمین، آلودگی و نوآوری است. این سامانه دارای پنج نوع نظام ارزیابی، مطابق با چرخه حیات بناها و شهر است که عبارتند از: ۱-ساخت‌وساز جدید: زیرساخت و ساختمان‌ها؛ ۲-بازسازی و دکوراسیون؛ ۳-ساختمان‌های درحال‌استفاده؛۴-طرح‌ریزی محله‌ای/جوامع و ۵-خانه (شامل: ضوابط برای خانه‌های پایدار (CSH)[2] و نشان کیفیت خانه (HQM)[3](۱۹).

LEED- سرواژه‌ی عبارت Leadership in Energy and Environmental Design به‌معنای مدیریت انرژی و طراحی محیطی است. این سامانه‌ی اختیاری توسط شورای ساختمان سبز آمریکا در سال۱۹۹۸ بنیان گردیده است. حوزه نفوذ گسترده LEED در اکثر کشورها از جمله برزیل، چین، هند و... آن را به عنوان فراگیرترین سامانه در سطح جهان معرفی کرده است. ساختار سلسله‌مراتبی ارزیابی ساختمان‌های آن متشکل از ۹ سرفصل فرآیندهای یکپارچه، موقعیت و حمل‌ونقل، مصالح و منابع، بهره‌وری آب، انرژی و جو، ساخت‌گاه‌های پایدار، کیفیت محیطی داخلی، نوآوری و اولویت‌های منطقه‌ای است. این سامانه دارای پنج نوع نظام ارزیابی است که مطابق با چرخه حیات بناها و شهر سازمان یافته‌اند. این نظام‌ها عبارتند از ۱- احداث و طراحی ساختمان، ۲- احداث و طراحی داخلی، ۳- نگه‌داری و بهره‌برداری ساختمان، ۴- توسعه محله و ۵- خانه‌ها (۲۰).

CASBEE- سرواژه‌ی عبارت The Comprehensive Building Environmental forAssessment System Efficiency به معنای سامانه ارزیابی جامع بهره‌وری محیط زیستی ساختمان است. این سامانه که امکان ارزیابی ظرفیت لرزه‌ای، دوام، اطمینان‌پذیری و راحتی ساختمان‌ها را به‌عنوان یک سیاست مهم ملی فراهم می‌کند، با نگاه توجه به مسایل و

1- Building Research Establishment

2- Code for Sustainable Homes
3- Home Quality Mark

Archive of SID

www.SID.ir

مشکلات مختص به ژاپن و آسیا در سال ۲۰۰۱ تدوین شد و در سال ۲۰۰۴ شورای ساختمان سبز(JaGBC)، کنسرسیوم ساختمان پایدار ژاپن (JSBC) آن را انتشار داد. از مارس ۲۰۱۴ نیز به‌کارگیری CASBEE به ۲۴ شهرداری کشور ژاپن ابلاغ شد. با ارایه‌ی نسخه دولت‌های محلی [1] این امکان به شهرداری‌ها داده شده‌است تا سامانه را با تغییر در ضرایب منطبق با نیازهای محلی خود بومی کنند. این سامانه با ساختاری متفاوت از دو سامانه پیشین در مسیر تکامل روش‌های ارزیابی محیطی ساختمان‌های ژاپن توسعه و تدوین یافته است. پس از نسخه‌ی ابتدایی که فقط تاثیرات بر ساکنان و فضای داخلی ساختمان را می‌سنجید و نسخه‌ی دوم که تنها اثرات محیطی ناشی از ساختمان‌ها را (مانند آلودگی هوا، انسداد نور روز) در بیرون بنا ارزیابی می‌نمود؛ در نسخه‌ی سوم، امکان سنجش آثار مثبت و منفی ساختمان هم در محیط داخلی و هم در محیط خارجی میسر شده‌است. CASBEE دارای دو سرفصل کلان Q و L است. Q (کیفیت)،[2] که نشان‌گر کیفیت محیط ساخته‌شده‌است، بهبود تسهیلات زندگی برای کاربران ساختمان را در فضای محصور فرضی (مالکیت خصوصی) ارزیابی می‌کند و L (بار)،[3] نماینده بار محیط ساخته‌شده، جنبه‌های منفی تاثیرات محیط زیستی را فراتر و بیرون از فضای محصور فرضی (مالکیت عمومی) می‌سنجد. از هم‌نهشت این دو عامل، بهره‌وری محیطی ساختمان (BEE) به دست می‌آید که حاصل تقسیم کیفیت بر بار است. سرفصل کیفیت دربرگیرنده‌ی سه آیتم اصلی به نام محیط داخلی (Q1)، کیفیت خدمات (Q2)، محیط خارجی داخل سایت (Q3) و سرفصل بار نیز شامل سه آیتم اصلی انرژی (LR1)، مصالح و منابع (LR2) و محیط خارج از سایت (LR3) است. خانواده CASBEE[4] از چهار نوع نظام ارزیابی مطابق با چرخه حیات و فرآیند زیستی بناها و شهر، شکل یافته‌است؛ شامل ۱- ساختمان (شامل چهار نسخه پیش‌طراحی، احداث، ساختمان‌های موجود و بازسازی)؛ ۲- خانه (شامل دو نسخه احداث، و خانه‌های موجود)؛ ۳- شهر (شامل دو نسخه شهر و بلوک‌های شهری) و ۴- سایر موضوعات خاص (شامل چهار نسخه اثر جزیره حرارتی، نسخه‌های دولت محلی، ساخت‌وساز موقت و خلاصه نسخه‌ها) (۲۱).

- DGNB سرواژه عبارت آلمانی Deutsche Gesellschaft fur Nachhaltiges به‌معنای شورای ساختمان پایدار آلمان[5] است که در همکاری نزدیک با وزارت فدرال حمل‌ونقل، ساختمان و امورات شهری آلمان[6] (BMVBS) در سال ۲۰۰۷ بنیان شد. کانسپت پایداری سامانه DGNB بر مدل سه‌گانه‌ی توسعه‌ی پایدار (محیطی، اجتماعی، اقتصادی) تکیه می‌کند. از این رو سازمان معیارهای این سامانه شامل شش کیفیت محیطی؛ اقتصادی؛ تکنیکی؛ اجتماعی-فرهنگی-کارکردی؛ فرایند و سایت بوده که تمامی جنبه‌های ساختمان پایدار را پوشش می‌دهد. چهار کیفیت اول در ارزیابی‌ها از سهم و وزن مساوی برخوردار هستند و دلیلی بر یکسان بودن میزان اهمیت آن‌ها است. به‌طور مثال در این سامانه، ارزیابی جنبه‌های اقتصادی بنا به اندازه جنبه‌های محیطی و اجتماعی اهمیت می‌یابد. سامانه DGNB دارای سه نوع نظام ارزیابی ساختمان‌های جدید، ساختمان‌های موجود و مناطق شهری می‌باشد (۲۲).

- HQE سرواژه‌ی عبارت فرانسوی Haute Qualité Environnementale به‌معنای کیفیت محیطی بالا، در سال ۱۹۹۶ در فرانسه بنیان گذاشته شد. در فرانسه طرح گواهی‌نامه‌ی HQE در سه بخش صدور گواهی متفاوت اجرا می‌شود؛ ۱- سرتیوآ (CertivéA) برای ارزیابی ساختمان‌های غیرمسکونی و مناطق شهری؛ ۲- سرکل (Cerqual) برای ارزیابی ساختمان‌های مسکونی جمعی اعم از بناهای جدید، موجود و بازسازی‌شده و ۳- سه‌کامی (Cequami) که صدور گواهی کیفی خانه‌های مجزا را انجام می‌دهد. در خارج از فرانسه طرح گواهی‌نامه‌ی HQE را سروی (Cerway) انجام می‌دهد. در میان سه بخش ارایه‌شده، ارزیابی ساختمان‌های غیرمسکونی

1- Local governments
2- Built Environment Quality (Quality)
3- Built Environment Load (Load)
4- The CASBEE Family

5- German Sustainable Building Council (DGNB)
6- German Federal Ministry of Transport, Building, and Urban Affairs (BMVBS)

Archive of SID

www.SID.ir

(CertivéA) از ساختاری تکامل‌یافته و شفاف‌تر نسبت به دو نظام دیگر بهره‌مند است. به دلیل وجود نسخه بین‌المللی انگلیسی‌زبان آن و همچنین جامعیت، وضوح و حوزه نفوذ گسترده نظام ارزیابی ساختمان‌های غیرمسکونی در فرایند تحلیل و بررسی سامانه‌های ارزیابی، این نظام مبنا و ملاک عمل این مقاله قرارگرفته‌است. اهداف ۱۴گانه ارزیابی در قالب چهار سرفصل محیط، انرژی، رفاه و سلامتی در این سامانه ارایه می‌شود، که در جدول ۱معرفی شده‌است (۲۳).

چکیده‌ای از مهم‌ترین مباحث ساختاری هر سامانه شامل شناسایی سال تاسیس سامانه، نهادهای پشتیبان آن، انواع نظام‌های ارزیابی، سرفصل‌های ارزیابی، رتبه‌بندی و سطوح دریافت گواهی‌نامه در جدول ۱ و به تفکیک چهار بخش الف) اطلاعات پایه، ب) نظام‌های ارزیابی و کاربری‌های تحت‌پوشش، پ) سرفصل و معیارهای ارزیابی و ت) فرآیند نمره‌دهی، ارزیابی و رتبه‌بندی؛ بیان شده‌است.

جدول ۳- خلاصه اطلاعات سامانه‌های منتخب: HQE ،DGNB،CASBEE ،LEED ،BREEAM (ماخذ: نگارندگان)

Table3. Summary of selected rating systems: BREEAM, LEED, CASBEE, DGNB, HQE

	BREEAM	*LEED*	*CASBEE*	*DGNB*	*HQE*
الف- اطلاعات پایه سامانه					
موقعیت	بریتانیا	ایالات متحده	ژاپن	آلمان	فرانسه
سال شروع	۱۹۹۳	۱۹۹۸	۲۰۰۱	۲۰۰۷	۱۹۹۶
نهاد پشتیبان	موسسه تحقیقات ساختمان/شورای ساختمان سبز	شورای ساختمان سبز آمریکا	شورای ساختمان سبز ژاپن (JaGBC)/اکسر سیوم ساختمان پایدار ژاپن JSBC	شورای ساختمان سبز آلمان	HQE/انجمن
اصلی/اقتباسی	اصلی	شبه BREEAM	اصلی	اصلی	اصلی
داوطلبانه/ اجباری	داوطلبانه	داوطلبانه	داوطلبانه	داوطلبانه	داوطلبانه
ملی/ بین‌المللی	بین‌المللی	بین‌المللی	ملی	بین‌المللی	بین‌المللی
انطباق‌پذیری (قابلیت‌تعمیم)	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	طراحی‌شده مختص ژاپن	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر
ب-نظام‌های ارزیابی و کاربری‌های تحت‌پوشش					
انواع نظام‌های ارزیابی	-ساختمان‌های جدید -بازسازی و دکوراسیون - جوامع -ساختمان‌های درحال استفاده -ضوابط برای خلعت‌های پایدار	-طراحی و احداث -فضاهای داخلی - توسعه محله - بهره‌برداری و نگهداری - خرده	کلیه کاربری‌ها	کلیه کاربری‌ها	-پخش غیرالقاضی -مسکن ترکیبی - مسکن مجزا
کاربری‌های تحت‌پوشش	کلیه کاربری‌ها	کلیه کاربری‌ها	کلیه کاربری‌ها	کلیه کاربری‌ها	کلیه کاربری‌ها
پ- سرفصل و معیارهای ارزیابی (ساختمان‌های نوساز)*					
سامانه مراتب ارزیابی*	-پخش‌های محیطی -موضوعات ارزیابی - معیارهای ارزیابی	- سرفصل‌ها - معیارهای ارزیابی	- دو بخش درون و بیرون محدوده فرضی -آیتم‌های اصلی -آیتم‌های میانی -معیارهای ارزیابی	- گروه معیاری -معیارهای ارزیابی -شاخص‌های ارزیابی	-سرفصل‌ها -اهداف ۱۴گانه -زیراهداف - معیارهای ارزیابی
تعداد سرفصل‌ها	۱۰ سرفصل	۹ سرفصل	۲ دسته و ۶ سرفصل	۶ سرفصل	۴ سرفصل و ۱۴ هدف
سرفصل‌های ارزیابی و ضرایب وزنی آن‌ها	-انرژی (۱۵) - بوم‌شناسی و استفاده از زمین (۱۰) -سلامتی و رفاه (۱۵) - مصالح (۱۲.۵) - آب (۷) - مدیریت (۱۲) - آلودگی (۱۰) - حمل‌ونقل (۹) - پس‌مانده (۸.۵) - خلاقیت	-انرژی و جو (۳۱) - ساخت‌گاه‌های پایدار (۱۰) - کیفیت محیط داخلی (۱۶) - مصالح و منابع (۱۳) بهره‌وری آب (۱۱) - فرآیندهای یکپارچه (۱) - موقعیت و حمل‌ونقل (۱۶) -اولویت‌های منطقه‌ای - خلاقیت	-انرژی، محیط داخلی (۰.۴)- Q، کیفیت محیطی شامل کیفیت خدمات (۰.۳) و محیط بیرونی سایت (۰.۳) شامل انرژی (۰.۴)، LR-کاهش بارهای محیطی مصالح و منابع (۰.۳)، و محیط خارج از سایت (۰.۳)	- کیفیت محیطی (۲۲.۵) - کیفیت اقتصادی (۲۲.۵) - کیفیت اجتماعی فرهنگی- کارکردی (۲۲.۵) - کیفیت تکنیکی (۲۲.۵) - کیفیت فرایند (۱۰) - کیفیت سایت	۱- محیط‌زیست (سایت/ اجزا/ کارگاه/ آب/ زباله/ نگهداری) ۲- انرژی (انرژی) ۳- رفاه (آسایش حرارتی- رطوبتی/آسایش صوتی/ آسایش بصری/ آسایش بویایی ۴- سلامتی (کیفیت فضایی/ کیفیت هوا/ کیفیت آب)
نوع معیارها	پیش‌نیاز (اجباری)/ اصلی/ تشویقی	پیش‌نیاز (اجباری)/ اصلی/ تشویقی	اصلی	پیش‌نیاز (اجباری)/ اصلی/	پیش‌نیاز (اجباری)/ اصلی/

www.SID.ir

ادامه جدول ۳

ت- فرآیند نمره‌دهی، ارزیابی و رتبه‌بندی (ساختمان‌های نوساز)*				
اعمال ضریب (وزن‌دهی)	از قبل ضریب‌گذاری شده/ (ضریب در نمره سرفصل ضرب می‌شود) / سیستم وزن‌دهی ثابت	بدون ضریب	ضریب در معیار ضرب می‌شود / برای انواع ساختمان ضرایب متفاوت تعریف شده	ضریب در معیار ضرب می‌شود	به هر سرفصل ضریبی مجزا تعلق می‌گیرد
محاسبه نمره	از جمع معیارها نمره کلی به دست می آید	جمع ساده اعداد	- محاسبه نمره هر بخش - محاسبه میزان co2	جمع اعداد و اعمال ضرایب	جمع نمرات به تفکیک ۴ سرفصل - محاسبه در قالب دو سطح P , HP- اعمال ضریب
جمع‌بندی نهایی	-یک نمره واحد کلی از ۱۰۰	-یک نمره واحد کلی از ۱۰۰	- محاسبه BEE - دریافت ستاره‌های سبز بر مبنای میزان چرخه حیات CO2	- محاسبه نمره به درصد	- مجموع تعداد ستاره‌های اکتسابی در هر گروه (۴ستاره در ۴گروه=۱۶)
تعداد سطوح رتبه‌بندی	۵ سطح	۴ سطح	۵سطح	۳سطح (ساختمان‌های جدید)	۵ سطح
سطح‌بندی (رتبه‌بندی)	- فوق‌العاده ≤۸۵٪ - عالی ≤ ۷۰٪ - خیلی خوب ≤۵۵٪ - خوب ≤۴۵٪ - قبول ≤ ۳۰٪	- پلاتین (بیش از ۸۰) - طلا (۷۹-۶۰ امتیاز) - نقره (۵۹-۵۰ امتیاز) - معتبر (دارای مدرک) (۴۹-۴۰ امتیاز)	– عالی (S) ؛۵ستاره قرمز ۳,۰=<BEE/۵۰=<Q - بسیارخوب(A) ؛ ۴ستاره قرمز ۱,۵=<BEE<۳ - خوب (B+)؛ ۳ستاره قرمز ۱=<BEE<۱,۵ - نسبتا ضعیف (B-)؛ ۲ستاره قرمز ۰,۵=<BEE<۱,۰ - ضعیف ©؛ ۱ستاره قرمز BEE<۰,۵	- پلاتین؛ حداقل ۸۰٪کل نمره و حداقل ۶۵٪ در هر معیار -طلا؛ حداقل ۶۵٪کل نمره و حداقل ۵۰٪ در هر معیار - نقره؛ حداقل ۵۰٪کل نمره و حداقل ۳۵٪ در هر معیار - برنز؛ حداقل ۳۵٪کل نمره (برای ساختمان‌های موجود)	- استثنایی؛ دریافت ۱۲ ستاره یا بیش‌تر (حداکثر۱۶) (و دریافت حداقل ۳ستاره برای سرفصل انرژی) -عالی؛ دریافت ۹،۱۰،۱۱ستاره -خیلی خوب؛ کسب ۵،۶،۷،۸ ستاره -خوب؛ دریافت ۱،۲،۳،۴ ستاره -قبول؛رعایت تمام پیش‌نیازها
موارد مندرج در گواهی‌نامه	- نشان گواهی نامه - نمره کل - نمره به تفکیک هر سرفصل	- نشان گواهی‌نامه - نمره کل	- نمره و نمودارBEE - سطوح A تا S - تعداد ستاره های سبز - تعداد ستاره های قرمز	- نشان گواهی‌نامه - نمره کل	- تعداد ستاره‌ها به تفکیک ۴ سرفصل انرژی، محیط، رفاه، سلامت - نتیجه نهایی (مجموع ستاره‌ها)
مرجع داده‌ها	(۲۴)	(۲۵)	(۲۶)	(۲۷)	(۲۸)

* به‌جهت پیش‌گیری از پراکندگی موضوعات در روند بررسی، در خصوص مقایسه تحلیلی دو بخش ب (سرفصل و معیارهای ارزیابی) و ت (فرآیند نمره‌دهی، ارزیابی و رتبه‌بندی) تنها نظام ارزیابی ساختمان‌های نوساز سامانه‌ها ارایه شده و ملاک عمل قرار گرفته است.
** عناوین ذکرشده دقیقا همان نام‌های قیدشده در سامانه‌ها می‌باشد.

www.SID.ir

مقایسه تحلیلی سرفصل‌ها و معیارهای ارزیابی سامانه‌ها

جهت بررسی سازمان معیاری سامانه‌ها، ابتدا رویکرد و ساختار کلی معیارهای ارزیابی هر سامانه تحلیل و پس از آن محتوای معیارها به صورت تک‌تک و موضوعی با یکدیگر مقایسه می‌گردند. در این پژوهش جهت پیش‌گیری از پراکندگی مباحث و همچنین ضرورت تجانس موضوعات، معیارهای مورد بررسی از نظام ارزیابی ساختمان‌های نوساز هر سامانه برداشت شده‌است. به سبب دسترس‌پذیری و وجود جزییات بیش‌تر درخصوص داده‌های مرتبط با کاربری غیرمسکونی، معیارها و ضرایب این نوع ساختمان در روند مقایسه و تحلیل ملاک عمل قرار گرفته است و در خصوص سامانه‌های HQE و DGNB که دارای کاربری کلان غیرمسکونی نیست، زیرمعیارهای کاربری اداری برداشت شده‌است. مرجع داده‌های مذکور در جدول ۳ مشخص شده‌است.

۱- مقایسه تحلیلی رویکرد و ساختار کلی معیارهای ارزیابی

یکی از اصلی‌ترین تفاوت‌های سنجش میان سامانه‌ها از رویکردهای متفاوت ارزیابی و سازمان معیاری متنوع آن‌ها سرچشمه می‌گیرد. ارزیابی در سه سامانه LEED و BREEAM و HQE در قالب سنجش سرفصل‌های مجزا و در دو سامانه DGNB و CASBEE در قالب محاسبه کیفیت کلی ساختمان صورت می‌پذیرد. این امر مهم‌ترین تمایز موجود در میان سامانه‌ها را از حیث ساختار و طبقه‌بندی معیاری باعث می‌گردد. در دو سامانه DGNB و CASBEE کلیت ساختمان و توانایی‌های آن ارزیابی شده‌است و در آن مباحثی چون مصالح، آب، انرژی یا پس‌ماند -به مانند آنچه در LEED و BREEAM و در قالب سرفصل‌های محیطی و مجزا عنوان شده- طرح نمی‌گردد؛ به جای آن سرفصل‌های مذکور متناظر با ویژگی‌هایشان در بطن کیفیت ساختمان و در قالبی کلی سنجش می‌شوند. به عنوان مثال در سامانه DGNB، کیفیت اقتصادی، محیطی و فنی به‌دست آمده از بهره‌وری و صرفه-جویی انرژی سنجیده می‌شود و ارزیابی انرژی به صورت منفک و مجزا صورت نمی‌گیرد؛ در حالی که سرفصل انرژی یکی از اصلی‌ترین سرفصل‌های سه سامانه‌ی BREEAM، LEED و HQE بوده؛ از بار وزنی عمده‌ای برخوردار است. در این سامانه‌ها ارزیابی میزان مصرف و صرفه‌جویی انرژی در ساختمان موضوعیت داشته؛ سنجش کیفیت حاصل از صرفه‌جویی انرژی مد نظر نیست. رویکرد اتخاذی سامانه‌های DGNB و CASBEE به دلیل توجه به کیفیت کلی ساختمان، در این پژوهش **رویکرد کل‌نگر** نام گرفته است. در قیاس با موارد فوق، LEED و BREEAM در دسته سامانه‌های **جزنگر** طبقه‌بندی می‌شوند؛ چراکه در آن‌ها ابتدا معیارهای محیطی و کیفی ساختمان به طور مجزا ارزیابی شده؛ از برآیند اجزا و طی فرآیند رسیدن از جز به کل، میزان پایداری یا سبز بودن ساختمان محاسبه می‌شود. به‌عبارتی در سامانه‌های کل‌نگر میزان کیفیت پایداری ساختمان و محیط مورد سنجش واقع می‌شود. اما سامانه‌های جزنگر با سنجش آیتم‌هایی مانند انرژی، مصالح، آب، میزان مصرف، و حفظ منابع محیطی را ارزیابی می‌نمایند. در این میان HQE رویکردی بینابینی داشته، اما از آن‌جا که ساختار ارزیابی آن شباهت بیش‌تری با LEED و BREEAM دارد، در دسته سامانه‌های جزنگر طبقه‌بندی شده‌است.

بررسی حوزه اثرگذاری معیارها و بازه تاثیرات آن‌ها، که ارایه آن‌ها به‌علت حجم بالای مطالب به مقاله دیگری، موکول شده‌است، نیز حاکی از آن است که یکی از اصلی‌ترین تفاوت‌های موجود مابین سامانه‌های کل‌نگر و جزنگر، در محدوده‌ی اثرگذاری و بازه تاثیرات معیارها تجلی می‌یابد. بدین معنی‌که محدوده‌ی اثرگذاری عمده معیارهای سامانه‌های جزنگر BREEAM و LEED شهر/منطقه بوده، این درحالی‌است که در سامانه‌های کل‌نگر CASBEE و DGNB اثرگذاری بخش اصلی معیارها در ساختمان و سیستم‌های ساختاری و فنی آن نمود می‌یابد. از سوی دیگر بازه تاثیرات اکثر معیارها در سامانه‌های کل‌نگر که با رویکرد ساختمان‌گرای خود سعی در ارتقا کیفیت پایداری بنا، دارند، کل دوره حیات ساختمان را پوشش می‌دهد؛ در حالی‌که اغلب معیارهای سه سامانه جزنگر BREEAM، LEED، و HQE از آن‌جا که نحوه

Archive of SID

www.SID.ir

مصرف و استفاده از منابع را مد نظر دارند، عمدتا دوره بهره‌برداری ساختمان را خطاب قرار می‌دهند.

۲- مقایسه تحلیلی محتوای موضوعی معیارها، مبتنی بر بررسی اولویت‌ها و ضرایب وزنی

نظر به وجود نظام ساختاری متفاوت و تنوع معیاری در سامانه‌های مورد بررسی، جهت مقایسه و بررسی معیارهای هر سامانه به چهارچوبی مشترک و مقایسه‌پذیر نیاز است. از آنجایی که ارزیابی و رتبه‌بندی ساختمان‌ها با هدف گام‌برداشتن در مسیر توسعه پایدار صورت می‌گیرد؛ ساختار کلی مقایسه در این پژوهش بر مبنای سه جنبه کلیدی توسعه پایدار - توسعه محیطی، توسعه اجتماعی و توسعه اقتصادی- سازمان‌یافته؛ سعی شده‌است تا کلیه معیارهای هر سامانه در این طبقه‌بندی کلی جای‌گیرند. برای این کار پس از بررسی و تحلیل کلیه معیارهای هر سامانه و قراردادن معیارهای مشابه و همسو در یک دسته، سرفصل‌های اصلی ارزیابی، در قالب ۱۱ سرفصل با عناوین انرژی، آب، ساخت‌گاه و اکولوژی، بارهای محیطی، مصالح، پس‌ماند، کیفیت فضای داخلی، مباحث فرهنگی- اجتماعی، اقتصاد، کیفیت فنی و عملکردی، مدیریت و فرآیندهای پایدار، شناسایی و ارایه شده‌است. سپس برای ایجاد یک سطح کلان‌تر از دسته‌بندی و منطبق با جنبه‌های کلیدی توسعه پایدار، این سرفصل‌ها ذیل موضوعات محیطی، اجتماعی- فرهنگی و اقتصادی ساماندهی می‌گردند. بدیهی است که این سرفصل‌ها به‌طور کامل منطبق و منحصر به یک گروه از موضوعات فوق نیستند؛ اما در این طبقه‌بندی نقش پررنگ‌تر و اولیه معیار ملاک دسته‌بندی قرارگرفته است.

جدول۴- سرفصل‌های ارزیابی پایداری، منطبق با سه جنبه معماری پایدار (نگارندگان)

Table 4- Sustainability Assessment Categories in accordance with three pillars of sustainability

گروه		سرفصل‌های ارزیابی
الف-گروه موضوعات محیطی	۱	انرژی
	۲	آب
	۳	ساخت‌گاه[1] و اکولوژی (شامل: انتخاب سایت/ نظام حمل‌ونقل و تسهیلات سایت/ حفاظت و ارتقا ساخت‌گاه)
	۴	بارهای محیطی
	۵	مصالح
	۶	پس‌ماند
ب-گروه موضوعات اجتماعی-فرهنگی	۷	کیفیت فضای داخلی (ارزش‌های کیفی- فضایی مرتبط با سلامت و رفاه کاربر)
	۸	مباحث فرهنگی، اجتماعی (شامل: کیفیت اجتماعی-فرهنگی فضاها/ ارتقا کیفیت و جذابیت فضا و توجه به معیارهای زیباشناسانه/ ارتقا منظرشهری)
پ-گروه موضوعات اقتصادی و کارکردی	۹	کیفیت اقتصادی
	۱۰	کیفیت فنی و عملکردی (قابلیت‌های کارکردی و سرویس‌دهی ساختمان)
	۱۱	مدیریت و فرآیندهای پایدار (شامل: مدیریت و برنامه‌ریزی پایدار/ راه‌کارهای تشویقی و نوآورانه در جهت افزایش بهره‌وری پروژه‌ها/ توجه به اولویت‌های منطقه‌ای)

1- Site

Archive of SID

www.SID.ir

طبقه‌بندی صحیح معیارها، تنها از طریق مطالعه و بررسی دقیق تمامی گروه‌های معیاری و زیرگروه‌ها امکان‌پذیر است و نمی‌توان مقایسه را صرفا در قالب دسته‌های کلان و گروه‌های معیاری هم‌ارز انجام داد. به عنوان مثال موضوعات مرتبط با مبحث انرژی در سامانه DGNB در سطح سوم سلسله‌مراتب نظام معیاری آن قرار دارد؛ در حالی‌که در سامانه‌های BREEAM، LEED و HQE انرژی در سطح اول این نظام و به عنوان سرفصل اصلی وجود دارد. از آن‌جا که ارزیابی صرف سرفصل‌ها منجر به نادیده‌انگاشتن بسیاری از مباحث مندرج در ارزیابی می‌گردد، لذا در این بررسی با شناخت دقیق کلیه آیتم‌های موثر در ارزیابی، منطبق با سلسله مراتب ساختاری سامانه‌ها (جدول ۱، ردیف پ)، تمامی معیارها در هر سطح و هر رده در ساختار مقایسه‌ای دخیل و لحاظ شده‌اند. به عبارت دیگر در سامانه‌هایی چون CASBEE و HQE که در مقایسه با LEEDدارای ساختار شکست معیاری بیش‌تری هستند، آخرین رده‌های ارزیابی آن‌ها (مانند آیتم‌های میانی و زیرهدف‌ها) نیز مورد تحلیل واقع شده‌است.

جدول ۵- انطباق سرفصل‌های سامانه‌های ارزیابی در قالب ۱۱ سرفصل پیشنهادی

Table 5- Categories of rating systems in accordance with 11 proposed categories

سرفصل	BREEAM	LEED	CASBEE	DGNB	HQE
انرژی	انرژی	انرژی و جو	انرژی	کیفیت محیطی	انرژی/ نگه‌داری
آب	آب	بهره‌وری آب/ ساخت‌گاه‌های پایدار	مصالح و منابع (آب)	کیفیت محیطی	نگه‌داری/ مدیریت آب
ساخت‌گاه	حمل‌ونقل/ استفاده از زمین و اکولوژی	موقعیت و حمل‌ونقل/ ساخت‌گاه‌های پایدار	محیط خارجی داخل سایت	کیفیت سایت/ کیفیت محیطی/ کیفیت فرهنگی-اجتماعی و عملکردی	سایت/ کارگاه
بارهای محیطی	انرژی/ آلودگی	انرژی و جو/ ساخت‌گاه‌های پایدار	محیط خارج از سایت	کیفیت محیطی/ کیفیت فرآیند	انرژی/ سایت/ کارگاه/ مدیریت آب
مصالح	مصالح/. پس‌ماند	مصالح و منابع	مصالح و منابع	کیفیت محیطی/ کیفیت تکنیکی	مصالح و محصولات (اجزا)/
پس‌ماند	پس‌ماند	مصالح و منابع	محیط خارج از سایت	ـ	کارگاه/ مدیریت پس‌ماند
کیفیت فضای داخلی	سلامتی و رفاه	کیفیت محیطی داخلی	محیط داخلی/ کیفیت خدمات	کیفیت فرهنگی- اجتماعی و عملکردی	آسایش حرارتی و رطوبتی/ آسایش بصری/ آسایش صوتی/ آسایش بویایی/ کیفیت فضایی/ کیفیت هوا/ کیفیت آب/ اجزا/ نگه‌داری/ سایت
مباحث فرهنگی- اجتماعی	ـ	ـ	محیط خارجی داخل سایت/ کیفیت خدمات	کیفیت فرهنگی- اجتماعی و عملکردی	سایت/ کارگاه
کیفیت اقتصادی	مدیریت	ـ	ـ	کیفیت اقتصادی	ـ
کیفیت فنی و عملکردی	مدیریت	ـ	کیفیت خدمات/ انرژی	کیفیت محیطی	مصالح و محصولات (اجزا)/ نگه‌داری
مدیریت و فرایندهای پایدار	مدیریت/ نوآوری	فرآیند یکپارچه/ نوآوری / الویت‌های منطقه‌ای	ـ	کیفیت فرآیند	ـ

Archive of SID

www.SID.ir

به‌منظور شناخت اهمیت نسبی هر معیار، در هر سامانه باید نمره و ضریب وزنی آن معیار بررسی و برداشت شود. در جدول ۳ (در پرانتز مجاور هر سرفصل) ضرایب وزنی متناظر با آن – در خصوص ساختمان‌های جدید - قید شده‌است. در این پژوهش جهت ارزیابی نسبت وزنی معیارهای سامانه‌های BREEAM، DGNB، CASBEE وHQE[۲]، که دارای نمره و ضریب وزنی است، حداکثر نمره هر معیار در ضریب وزنی سرفصل آن معیار ضرب شده و ملاک سنجش قرارگرفته است؛ اما در LEED که فاقد سیستم وزن‌دهی است، حداکثر نمره مختص به هر معیار مبنای محاسبات واقع شده‌است. هرچند فرایند نمره‌دهی سامانه‌های CASBEE و HQE کاملا متفاوت با سه سامانه دیگر صورت می‌گیرد.

۱-CASBEE پس از محاسبه نسبت Q (کیفیت) به L (بار) BEE (بهره‌وری انرژی) را محاسبه می‌کند و برحسب مقادیر آن سطوح دریافت گواهی‌نامه را تعیین می‌کند. اما باتوجه به تخصیص ضرایب، در اینجا حداکثر نمره هر معیار در ضریب وزنی سرفصل آن معیار ضرب شده و مبنای سنجش قرارگرفته است.

۲ - سامانه HQE ساختاری کاملا متفاوت، با دیگر سامانه‌ها دارد. بدین‌معنی که پس از نمره‌دهی معیارها سطح هر هدف به‌طوز مجزا براساس سطوح مقدماتی (P)، کارا (P) و بسیار کارا (HP) تعیین می‌گردد و از محاسبه مجموع نمرات خاص هر سطح، تعداد ستاره‌های دریافتی تبیین می‌گردد. از آن‌جا که ارزش‌گذاری نهایی در سامانه HQE، از طریق اعطای ستاره به سرفصل‌های اصلی صورت می‌گیرد، لذا با وجود آن‌که در این سامانه صحبتی از ضرایب و وزن‌دهی به میان نیامده است، اما تعداد ستاره‌های تخصیصی به هر سرفصل، به‌نوعی نمایان‌گر اهمیت و وزن اهداف و سرفصل‌ها می‌باشد. در این سامانه به هر کدام از چهار سرفصل، چهار ستاره (در مجموع ۱۶ ستاره) تعلق می‌گیرد. علی‌رغم تخصیص ستاره‌های مساوی به هر سرفصل، اما از آن‌جا که تعداد اهداف موجود در هر سرفصل مساوی نیست،لذا وزن و ضریب وزنی هر هدف از تقسیم تعداد ستارگان تخصیصی بر تعداد اهداف موجود در هر سرفصل قابل محاسبه است. بدین‌معنی که ضریب وزنی۶ هدف موجود در سرفصل محیط معادل با ۰,۶۶ محاسبه می‌گردد. (از حاصل تقسیم ۴ بر ۶) به‌همین منوال در سرفصل رفاه که دارای ۴ هدف است، ضریب وزنی هر هدف۱ (حاصل تقسیم ۴ستاره به ۴ هدف)، در سرفصل سلامتی که دارای ۳ هدف است، ضریب وزنی هرهدف ۱,۳۳ (حاصل تقسیم ۴ستاره به ۳ هدف) و در سرفصل انرژی، با یک هدف، ضریب وزنی آن معادل۴ (حاصل تقسیم ۴ستاره به ۱ هدف)، برآورد می‌گردد. و در نتیجه امتیاز هر معیار برمبنای اعمال این ضرایب بر حداکثر نمرات تخصیصی آن، محاسبه گشته است.

جدول ۵ نحوه انطباق سرفصل‌های هر سامانه را در قالب ۱۱ سرفصل پیشنهادی نشان می‌دهد. همان‌گونه که در جدول دیده می‌شود معیارهای طبقه‌بندی شده هر سرفصل از سرفصل‌های مختلفی در هر سامانه برداشت شده‌است؛ مثلا معیارهای سرفصل ساخت‌گاه در چارچوب پیشنهادی از دو سرفصل حمل‌ونقل و استفاده از زمین در BREEAM یا سه سرفصل کیفیت سایت، کیفیت محیطی و کیفیت اجتماعی در DGNB برداشت شده‌است. از آن‌جا که معیارها و سرفصل‌های سامانه‌های موجود، به‌جهت طبقه‌بندی در قالب جدید مجددا سازمان‌دهی و جانمایی شده‌اند؛ لذا ضریب حاصل‌شده، نسبت به ضریب اولیه سامانه تغییر یافته است. به عنوان مثال ضریب انرژی در سامانه‌های BREEAM و LEED به‌ترتیب معادل با ۱۵و ۳۲ درصد است. اما از آن‌جا که در بازتوزیع مجدد بخشی از معیارهای این حوزه در سرفصل بارهای محیطی جای گرفته‌اند، لذا ضرایب سرفصل انرژی پس از بازتوزیع، در سامانه‌های فوق به‌ترتیب معادل با ۱۲,۸ و ۲۷,۳درصد برآورد شده‌است.

در این بخش طی مقایسه محتوایی معیارهای ارزیابی سامانه‌ها، اولویت‌بندی و اهمیت نسبی سرفصل‌های کلی از طریق سنجش نسبت توزیع وزنی آن‌ها به- تفکیک سه گروه کلان، موضوعات محیطی، اجتماعی و اقتصادی- در هر سامانه تحلیل و تبیین می‌گردد. موضوعات منطقه‌ای، که خود طیف گسترده‌ای از مباحث اقلیمی، جغرافیایی، اجتماعی، اقتصادی و قابلیت‌های تکنیکی هر کشور را پوشش می‌دهد را می‌توان عامل اصلی این تفاوت‌ها قلمداد نمود.

گروه اول-موضوعات محیطی

۲-۱- انرژی

در میان پنج سامانه، LEED با ۲۷/۳٪ بیش‌ترین نسبت و DGNB با ۵/۶٪ کم‌ترین سهم وزنی معیارهای این سرفصل را به خود اختصاص داده است. پس از LEED، سامانه HQE با ۲۵٪/۳ دارای بالاترین درصد وزنی می‌باشد (نمودار۱). اهمیت زیاد این سرفصل در سامانه‌های LEED و HQE نه‌تنها نشات‌گرفته از نیازها و الزامات برخاسته از شرایط منطقه‌ای

Archive of SID

www.SID.ir

است، که علاوه بر آن جهت و رویکرد این دو سامانه را در بهینه‌سازی مصرف انرژی، نمایان می سازد. از سوی دیگر نباید پایین بودن سرفصل انرژی در سامانه DGNB را پای توجه نکردن به این موضوع یا نبود چنین اولویتی در آلمان گذاشت. تفاوت‌های ساختاری این دو سامانه و رویکرد فرهنگی، اجتماعی و تکنیکی ویژه DGNB که سرشکن شدن ضرایب وزنی را موجب می‌گردد، می‌تواند این تفاوت نسبت وزنی را توجیه کند. مقایسه معیارهای سرفصل انرژی منطبق با ساختار پیشنهادی ارایه‌شده در جدول۶ صورت گرفته‌است.

جدول۶- ساختار مقایسه‌ای معیارهای انرژی (ماخذ: نگارندگان)

Table 6- Comparison structure of Energy criteria

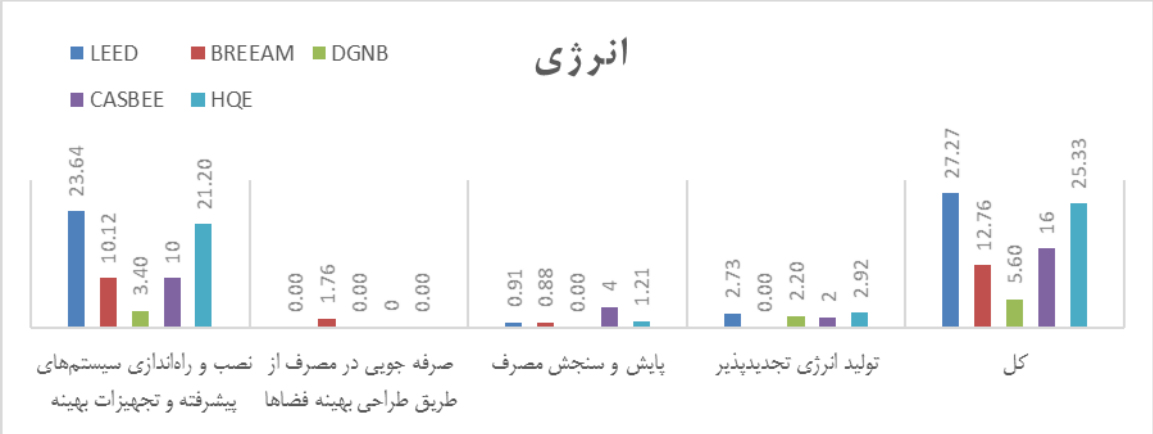
	معیار ارزیابی		زیرمعیار
الف	بهینه‌سازی عملکرد انرژی	۱	راه‌اندازی تجهیزات بهینه در جهت کاهش مصرف انرژی و پاسخ به تقاضا
		۲	صرفه‌جویی در مصرف از طریق طراحی بهینه فضاها
ب	پایش و سنجش مصرف		
پ	تولید انرژی تجدیدپذیر		

نمودار ۱ نحوه توزیع و ضرایب متعلق به معیارهای هر سامانه را نشان می‌دهد. متکی‌بودن عمده معیارهای سرفصل انرژی در سامانه LEED بر نصب و راه‌اندازی سیستم‌های پیشرفته و تجهیزات بهینه، تاکید زیاد آن به راه‌حل‌های تکنیکی و عمدتا تاسیساتی را در راستای امکان‌پذیری کنترل مصرف انرژی بیان می‌کند. نبود معیارهایی چون بهره‌گیری از روش‌های طراحی ایستا جهت دست‌یابی به بهره‌وری انرژی در فهرست معیارهای این سامانه بر تکنولوژی‌محور بودن این سامانه صحه می‌گذارد. سامانه HQE نسبت به دیگر سامانه‌ها توجه بیش‌تری به صرفه‌جویی در مصرف انرژی با طراحی جزییات معماری و طراحی بهینه فضاها دارد و حتی در فهرست معیاری آن، ریزهدف کاهش مصرف انرژی از طریق طراحی معمارانه قید شده‌است؛ اما به‌علت پیش‌نیاز بودن معیار ارتقا توانایی‌های ساختمان به‌منظور کاهش تقاضای انرژی و تخصیص ندادن نمره، درصد وزنی آن در محاسبات لحاظ نشده‌است.[۱] کلیه سامانه‌ها به‌جز BREEAM، مقوله تولید انرژی تجدیدپذیر را در رئوس معیارهای ارزیابی خود قرار داده‌اند. از آن‌جا که در CASBEE نیز مباحث تعمیر و نگهداری، حفظ کارکرد بنا و ارتقا قابلیت سرویس‌دهی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده، لذا بالاترین ضریب وزنی را در معیارهای مرتبط با پایش و سنجش مصرف انرژی، در مقایسه با دیگر سامانه‌ها، به خود اختصاص داده‌است.

۱- معیار کاهش مصرف انرژی از طریق طراحی معمارانه، علاوه بر زیرمعیار پیش‌نیاز ارتقا توانایی‌های ساختمان به‌منظور کاهش تقاضای انرژی (پیش‌نیاز)، دارای ریز معیار اصلی ارتقا قابلیت نفوذناپذیری هوا از جداره خارجی ساختمان نیز می‌باشد، که در بخش کیفیت عملکردی و خدمات، طبقه‌بندی شده‌است.

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار۱- مقایسه نسبت وزنی انرژی، در میان سامانه‌های منتخب، به‌تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

Figure 1- Comparison of Energy weighting in selected rating systems, separated by assessment criteria

۲-۲- آب

در میان پنج سامانه، LEED با ۱۲/۷٪ بیش‌ترین نسبت و DGNB با ۲/۳٪ کم‌ترین سهم وزنی معیارهای این سرفصل را به خود اختصاص داده است (نمودار۲). همان‌گونه که در سرفصل انرژی مطرح شد علت این تفاوت را می‌توان در نیازها و الزامات برخاسته از شرایط منطقه‌ای LEED و تمرکز ویژه سامانه DGNB بر موضوعات فرهنگی، اجتماعی و تکنیکی و سرشکن شدن ضرایب وزنی جست. مقایسه معیارهای سرفصل آب، منطبق با ساختار پیشنهادی ارایه‌شده در جدول ۷ صورت گرفته‌است.

جدول۷- ساختار مقایسه معیارهای آب (ماخذ: نگارندگان)

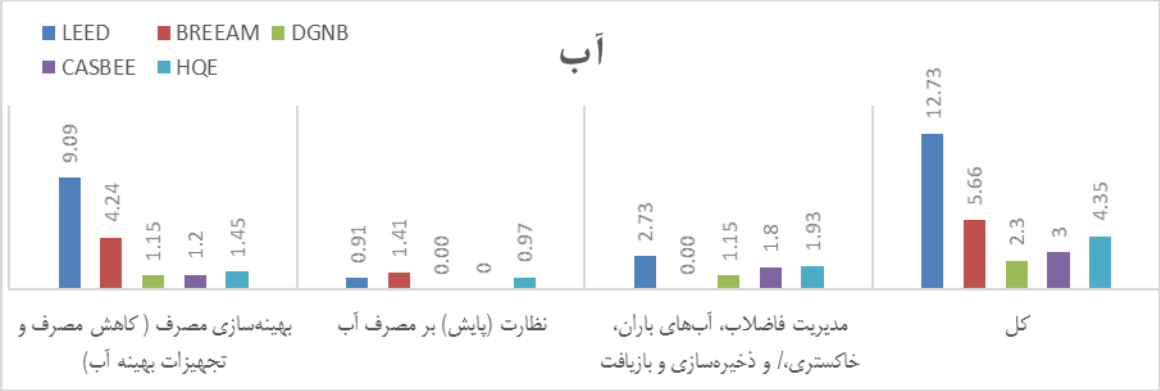
Table 7- Comparison structure of Water criteria

	معیار ارزیابی
الف	بهینه‌سازی مصرف (کاهش مصرف و بهره‌گیری از تجهیزات بهینه آب)
ب	نظارت بر مصرف آب (پایش)
پ	مدیریت فاضلاب، آب باران و خاکستری، ذخیره‌سازی و بازیافت

سطح بالای تنش آبی در ایالات متحده، بالا بودن ضریب وزنی آب در سامانه LEED را توجیه می‌کند. (نمودار۲) در این سامانه عمده تمرکز بر آیتم کاهش مصرف آب بوده است و در آن علاوه بر توجه به کاهش مصرف آب داخلی، کاهش مصرف آب مورد نیاز برای آبیاری فضای سبز نیز به‌طور مجزا قید شده‌است. در میان این پنج سامانه، BREEAM بیش‌ترین درصد وزنی را به فرایندهای پایش و نظارت بر مصرف آب تخصیص داده است، که میزان توجه این سامانه را به کنترل میزان مصرف و انجام مراقبت‌های بعدی در دوره بهره‌برداری نشان می‌دهد. از طرفی سامانه CASBEE معیاری در خصوص نظارت (پایش) بر مصرف آب ارایه نمی‌دهد و درصد وزنی پایینی نیز به مباحث کاهش مصرف آب تخصیص داده است. سامانه HQE نیز سهم وزنی بیش‌تری به معیارهایی که در زمینه مدیریت فاضلاب، آب‌های باران، آب خاکستری و ذخیره‌سازی و بازیافت آب موثر هستند، اختصاص داده است. علاوه بر بازیافت آب خاکستری و مدیریت استفاده از آب باران، مبارزه با آلودگی‌های مزمن ناشی از استفاده از این آب‌ها نیز در سرفصل معیاری HQE گنجانده شده‌است.

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار۲- مقایسه نسبت وزنی آب در میان سامانه‌های منتخب به‌تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

Figure 2- Comparison of Water weighting in selected rating systems, separated by assessment criteria

۲-۳- ساخت‌گاه و اکولوژی

در میان پنج سامانه، LEED با ۱۸/۲٪ بیش‌ترین نسبت و سامانه DGNB با ۵/۱٪ کم‌ترین سهم وزنی معیارهای این سرفصل را به خود اختصاص داده است (نمودار۳). پایین‌بودن این میزان دلیل بر بی‌اهمیتی آن در DGNB نیست بلکه این آیتم به عنوان موضوعی مجزا در روند ارزیابی این سامانه مطرح می‌شود و علی‌رغم محاسبه امتیاز آن، در جمع نمرات کل لحاظ نمی‌گردد. این معیار در سامانه DGNB با نام کیفیت سایت وجود دارد و مواردی مانند خطرات و شرایط موقعیت ساخت‌گاه، تصویر عمومی و شرایط اجتماعی، دسترسی به حمل‌ونقل و دسترسی به امکانات رفاهی را در بر می‌گیرد. مقایسه معیارهای سرفصل ساخت‌گاه، منطبق با ساختار پیشنهادی ارایه‌شده در جدول ۸ صورت گرفته‌است.

جدول۸- ساختار مقایسه معیارهای ساخت‌گاه (ماخذ: نگارندگان)

Table 8. Comparison structure of Site criteria

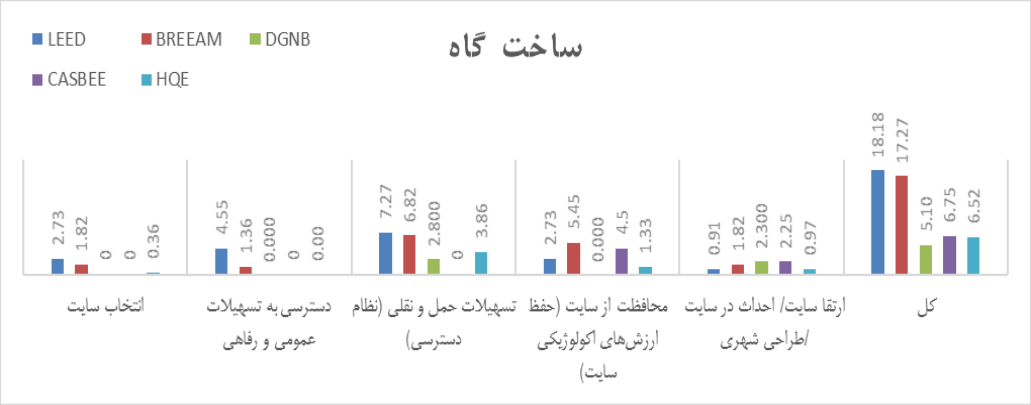
	معیارهای ارزیابی		زیرمعیار
الف	موقعیت و شرایط ساختگاه	۱	انتخاب ساخت‌گاه (انتخاب سایت‌های از پیش توسعه‌یافته، شرایط جغرافیایی و مخاطرات سایت و ادراک نسبت به زمین)
		۲	دسترسی به تسهیلات عمومی و رفاهی
		۳	تسهیلات حمل‌ونقلی اطراف سایت (مدیریت روش‌های سفر، حمل‌ونقل عمومی، پارکینگ، تسهیلات دوچرخه‌سواری، خودروهای سبز)
ب	حفاظت و ارتقا ساختگاه	۱	محافظت از ساخت‌گاه (حفظ ارزش‌های اکولوژیکی سایت)
		۲	ارتقا ساخت‌گاه از طریق ایجاد فضاهای باز، سبزکردن سطوح و بهبود محیط حرارتی (نحوه احداث در ساخت‌گاه، طراحی شهری)

در سامانه LEED تسهیلات حمل‌ونقل از بیش‌ترین امتیاز برخوردار بوده؛ پس از آن BREEAM در رده بعدی قرار می‌گیرد. توجه به مباحث حمل‌ونقل با لحاظ نمودن امکان دسترسی به تسهیلات رفاهی- خدماتی تکمیل می‌شود. بدین معنی که درصورت قرارگیری بنا در محدوده برخوردار از تسهیلات موردنیاز خودبه‌خود بخشی از سفرهای درون‌شهری کاهش یافته و نظام حمل‌ونقل با ساختاری هدف‌مند مدیریت می‌گردد. در این میان، سامانه CASBEE به هیچ‌عنوان معیار حمل‌ونقل و انتخاب سایت را در فرآیند ارزیابی خود لحاظ ننموده و عمده توجه خود را در این سرفصل به معیارهای موثر در ارتقا و محافظت از سایت معطوف کرده است. یکی از نکات قابل‌توجه در معیارهای مرتبط با نظام حمل‌ونقل در سامانه

Archive of SID

www.SID.ir

LEED توجه به کاهش زیربنای پارکینگ‌ها در راستای تشویق به استفاده از حمل‌ونقل عمومی و بهره‌گیری از خودروهای سبز می‌باشد. سامانه LEED و BREEAM با لحاظ‌نمودن آیتم انتخاب سایت سعی دارند تا مالکان ساختمانی را به انتخاب سایت‌های پیش‌توسعه‌یافته تشویق نمایند. DGNB علاوه بر شرایط فیزیکی انتخاب سایت، ادراک و تصویر ذهنی نسبت به شرایط اجتماعی سایت را نیز می‌سنجد؛ چرا که معتقد است شهرت و موقعیت مکان نقش قابل توجهی در مقبولیت و پذیرش ساختمان داشته؛ احتمال خالی ماندن و تخریب زودرس ساختمان را کاهش می‌دهد.



نمودار۳. مقایسه نسبت وزنی ساخت‌گاه در میان سامانه‌های منتخب به‌تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

Figure 3- Comparison of Site weighting in selected rating systems, separated by assessment criteria

۲-۴- بارهای محیطی

در سرفصل بارهای محیطی میزان آلودگی محیط (آلودگی هوا، خاک و آب) ارزیابی می‌شود. موضوعاتی چون انتشار و تصاعدات آلاینده‌ها، آلودگی نوری، ایجاد رواناب و جاری شدن آب‌های سطحی، بارهای ترافیکی تحمیل‌شده به محله و شهر (ناشی از احداث ساختمان) و... در این سرفصل جای می‌گیرند. مقیاس اثرگذاری آلاینده‌های محیطی فراتر از ساختمان و حتی شهر بوده؛ تا مرحله تغییر اقلیم جهانی نیز پیش می‌رود. در میان پنج سامانه، CASBEE با ۱۴/۵٪ بیش‌ترین نسبت و LEED با ۵٪/۴۵ کم‌ترین سهم وزنی معیارهای این سرفصل را به خود اختصاص داده است (نمودار۴). از آن‌جا که امتیازدهی در CASBEE برمبنای سنجش میزان بهره‌وری محیط و از حاصل تقسیم کیفیت محیطی بر بارهای محیطی به‌دست می‌آید، لذا تخصیص بالاترین سهم به این سرفصل مبتنی بر این کانسپت توجیه‌پذیر و منطقی است. مقایسه معیارهای سرفصل بارهای محیطی منطبق با ساختار پیشنهادی ارایه‌شده در جدول۹ صورت گرفته‌است.

جدول۹-ساختار مقایسه معیارهای بارهای محیطی (ماخذ: نگارندگان)

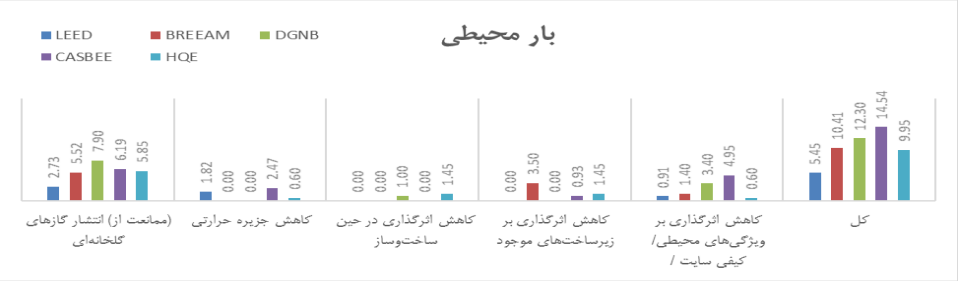
Table 9- Comparison structure of Enviromental Loads criteria

	معیار ارزیابی		زیرمعیار
الف	ممانعت از ایجاد بارهای محیطی موثر بر اقلیم جهانی/ محلی	۱	ممانعت از انتشار گازهای گلخانه‌ای
		۲	کاهش جزیره حرارتی
ب	بارهای محیطی موثر بر سایت (عوامل آلوده‌کننده آب/ خاک/ هوا/ و عوامل مخل زیست گیاهان، جانوران و اکوسیستم‌ها*)	۱	کاهش اثرگذاری در حین ساخت‌وساز
		۲	کاهش اثرگذاری بر زیرساخت‌های موجود
		۳	کاهش اثرگذاری بر ویژگی‌های محیطی-کیفی سایت

* بارها و آلودگی‌های ناشی از زباله در سرفصل پس‌ماند بررسی شده‌است.

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار۴. مقایسه نسبت وزنی بار محیطی در میان سامانه‌های منتخب به‌تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

Figure 4- Comparison of Enviromental Loads weighting in selected rating systems, separated by assessment criteria

مبتنی بر اهداف و مبانی شکل‌گیری سامانه‌ها، در راستای کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای عمده تاکید هر ۵ سامانه در این سرفصل به موضوع انتشار گازهای گلخانه‌ای معطوف است (نمودار۴). پس از آن، موضوع کاهش اثرگذاری بر ویژگی‌های محیطی- کیفی سایت بیش‌ترین اهمیت را دارد. سامانه CASBEE علاوه بر جلوگیری از ایجاد آلودگی‌های نوری و صوتی؛ آسیب‌های ناشی از باد، گردوغبار و انسداد نور را نیز می‌سنجد و نسبت وزنی بالاتری به این مبحث داده است. در میان ۵ سامانه، HQE تنها سامانه‌ای است که به کاهش بارهای محیطی در دوره ساخت‌وساز توجه کرده است. سومین هدف این سامانه در میان اهداف چهارده‌گانه‌ی آن، به‌طور ویژه به مبحث کارگاه ساختمانی اختصاص یافته است که طی آن معیارهایی جهت جلوگیری از آلودگی آب، زمین، هوا، کنترل تاثیرات، کاهش مصرف انرژی و آب در کارگاه و استفاده مجدد از خاک حفاری‌شده ارایه می‌دهد. در سامانه LEED نیز معیاری الزام‌آور باعنوان پیشگیری از آلودگی ناشی از عملیات ساخت‌وساز وجود دارد؛ اما باتوجه به پیش‌نیاز بودن معیار و عدم تخصیص نمره به آن در نمودار محاسبه درصد وزنی لحاظ نشده‌است. در مبحث کاهش اثرگذاری بر زیرساخت‌های موجود عمدتا بر کاهش بارهای ناشی از تخلیه آب باران و فاضلاب و رواناب‌های سطحی تاکید شده‌است. هرچند در سامانه CASBEE، میزان بارهای ترافیکی تحمیل‌شده به محیط ناشی از حضور ساختمان نیز سنجش و کنترل می‌شود.

۲-۵- مصالح

در میان پنج سامانه، BREEAM با ۱۳/۱٪ بیش‌ترین نسبت و سامانه HQE با ۳٪ کم‌ترین سهم وزنی معیارهای این سرفصل را به خود اختصاص داده است. پس از BREEAM، CASBEE با ۱۲٪ و پس از آن، LEED با ۱۰٪ در رده‌های بعدی قرار دارند (نمودار۵). وجود راهنمای معیار سبز آن‌لاینِ بارگذاری‌شده در سایت BRE و رتبه‌بندی اجزا و مصالح در سامانه BREEAM جایگاه مهم این معیار را در فرآیند ارزیابی ساختمان نشان می‌دهد. مقایسه معیارهای سرفصل مصالح منطبق با ساختار پیشنهادی ارایه‌شده در جدول ۱۰ صورت گرفته است.

جدول۱۰- ساختار مقایسه معیارهای مصالح (ماخذ: نگارندگان)

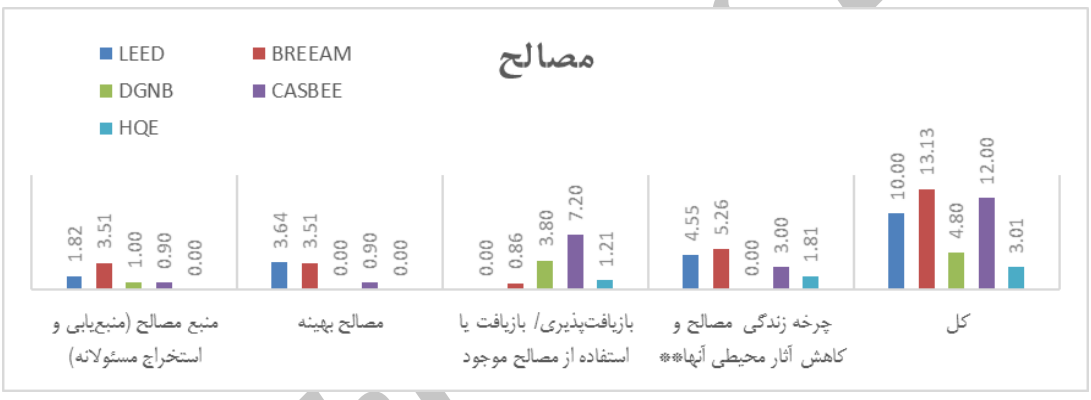
Table 10. Comparison structure of Material criteria

	معیار ارزیابی		زیرمعیار
الف	منبع مصالح (منبع‌یابی و استخراج مسئولانه)		
ب	مصالح بهینه	۱	بهره‌وری مصالح (اجزا و ترکیبات مناسب مصالح/ عایق بودن/ انرژی نهفته)
		۲	دوام مصالح/ حفاظت‌پذیری
پ	بازیافت‌پذیری/ بازیافت/ یا استفاده از مصالح موجود		
ت	چرخه زندگی مصالح و کاهش آثار محیطی و تصاعدات مصالح		

Archive of SID

www.SID.ir

در میان پنج سامانه، تنها در سه سامانه LEED، BREEAM و DGNB به‌طور کامل موضوع مهمِ منبع‌یابی و نحوه استخراج مصالح مورد پردازش قرار گرفته است. CASBEE در این باره صرفا به لزوم به‌دست‌آوردن الوار از جنگل‌داری پایدار اشاره دارد. در دسته مصالح بهینه، سامانه LEED بر آشکارسازی مصالح و اجزای آن اشاره داشته؛ در حالی‌که در BREEAM بر بهره‌وری مصالح و عایق بودن آن تاکید شده‌است. CASBEE بهره‌وری را در کاهش استفاده از مصالح معرفی نموده و HQE بر بهره‌گیری از محصولاتی، که در انطباق و تناسب با کاربردشان انتخاب می‌شوند، تاکید دارد. سامانه CASBEE در سرفصل مصالح بالاترین امتیاز را به معیار بازیافت‌پذیری (بازیافت یا استفاده از مصالح موجود) تخصیص داده است که با ارایه آن در قالب سه معیار استفاده از قاب‌های سازه‌ای موجود، مصالح بازیافت‌شده و افزایش قابلیت استفاده مجدد از مصالح، اهمیت بازیافت مصالح را نمایان می‌سازد. در سامانه LEED نیز معیاری الزام‌آور باعنوان ذخیره‌سازی و جمع‌آوری مصالح قابل‌بازیافت وجود دارد؛ اما باتوجه به پیش‌نیاز بودن و عدم تخصیص نمره به آن، در نمودار محاسبه درصد وزنی لحاظ نشده‌است. به‌طور کلی سامانه‌های LEED و BREEAM بیش‌تر توجه خود را بر چرخه حیات مصالح و تاثیرات آن بر محیط زیست معطوف کرده‌اند و تاکید بیش‌تری بر منبع‌یابی مصالح و بهره‌گیری از مصالح بهینه دارند.



نمودار۵. مقایسه نسبت وزنی مصالح در میان سامانه‌های منتخب به‌تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

Figure 5- Comparison of Material weighting in selected rating systems, separated by assessment criteria

۲-۶- پسماند

معیارهای بخش مصالح و پس‌ماند دارای همپوشانی زیادی هستند، به‌همین دلیل است که در بسیاری از سامانه‌ها، ازجمله LEED، پس‌ماند و مصالح در قالب یک سرفصل ارایه شده؛ فقط در سامانه‌های BREEAM و HQE سرفصلی مجزا برای پس‌ماند لحاظ شده‌است. از این‌رو جهت دست‌یابی به طبقه‌بندی واضح، تسهیل مقایسه و پیش‌گیری از تکرار معیارها بررسی معیارهای مرتبط با بازیافت مصالح و پس‌ماندهای ناشی از آن در سرفصل مصالح صورت گرفته؛ در این بخش فقط معیارهای مربوط به بازیافت پس‌ماندهای کلی ساختمان در دوره ساخت‌وساز و بهره‌برداری ارایه می‌شود. به‌طور کلی در میان تمامی سرفصل‌های ارایه‌شده، سرفصل پس‌ماند دارای کم‌ترین سهم می‌باشد. مطابق نمودار۶، BREEAM با ۶/۸۷٪ بیش‌ترین نسبت و CASBEE با ۰/۳٪ کم‌ترین سهم وزنی معیارهای این سرفصل را به خود اختصاص داده است. مقایسه معیارهای سرفصل پس‌ماند منطبق با ساختار پیشنهادی ارایه‌شده در جدول ۱۱ صورت گرفته است.

جدول۱۱- ساختار مقایسه معیارهای پس‌ماند (ماخذ: نگارندگان)

Table 11- Comparison structure of Waste criteria

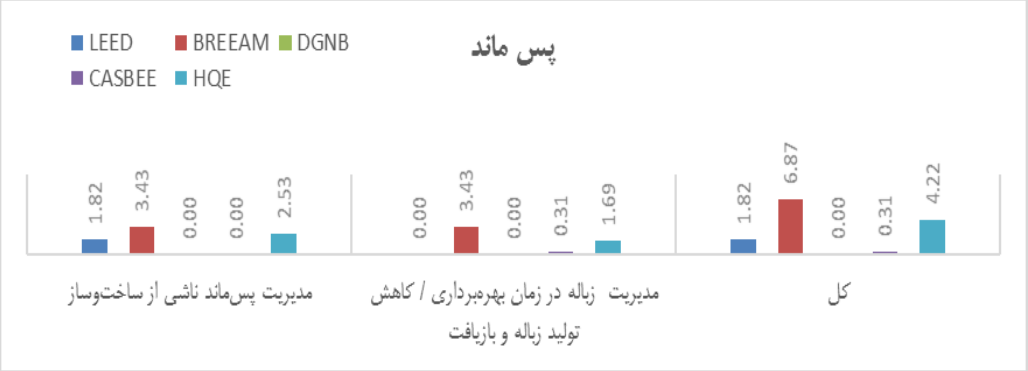
	معیار ارزیابی
الف	مدیریت پس‌ماند ناشی از ساخت‌وساز
ب	مدیریت زباله در زمان بهره‌برداری/ کاهش تولید زباله و بازیافت

Archive of SID

www.SID.ir

در میان سامانه‌های BREEAM، LEED و HQE، که معیارهایی برای مدیریت پس‌ماند ناشی از ساخت‌وساز ارایه داده‌اند، HQE با جزییات بیش‌تری به این موضوع پرداخته؛ و معیارهای متعددی از جمله گروه‌بندی ضایعات کارگاه، بازیافت آن‌ها از طریق کانال‌های بازیافت محلی و... ارایه داده است. این سامانه درخصوص مدیریت زباله در زمان بهره‌برداری نیز معیارهایی مانند انتخاب کانال‌های حذف زباله، تشویق به بازیافت زباله‌های آلی، ابعاد کافی و تضمین بهداشت مناطق زباله، بهینه‌سازی سیرکولاسیون و کاهش حجم زباله‌های بهره‌برداری عنوان می‌کند. با وجود این تعدد معیاری، معیارهای سامانه BREEAM از درصد وزنی بالاتری برخوردار هستند.

BREEAM درخصوص مدیریت زباله در زمان بهره‌برداری با طرح معیارهایی از جمله نازک‌کاری کف و سقف نامشخص سعی در کاهش ایجاد زباله‌های غیرضروری دارد. این معیار با تاکید بر تبیین مشخصات مصالح نازک‌کاری و ارایه آن‌ها در یک فضای نمایش، قبل از تکمیل عملیات اجرایی، انتخاب مصالح را به اختیار کاربر فضا واگذار نموده؛ بدین‌طریق احتمال تغییر مصالح در دوره بهره‌برداری را کاهش می‌دهد. همچنین در این سامانه با ارایه معیارهای انطباق‌پذیری کارکردی و اقلیمی، بر افزایش قابلیت‌های انعطاف‌پذیری جهت کاهش زباله‌های آتی ساختمان تاکید می‌گردد.



نمودار۶- مقایسه نسبت وزنی پس‌ماند، در میان سامانه‌های منتخب، به‌تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

Figure 6- Comparison of Waste weighting in selected rating systems, separated by assessment criteria

گروه دوم- موضوعات اجتماعی-فرهنگی

۲-۷- کیفیت محیطی- فضایی (کیفیت محیطی داخلی)

سرفصل کیفیت فضایی موضوعات مرتبط با سلامت فیزیکی - روانی، آسایش و رفاه، امنیت و افزایش بهره‌وری کاربر را شامل می‌شود. این سرفصل در راستای برآورد اهداف سامانه‌ها و برای ایجاد محیط کیفی سالم برای کاربران، در هر پنج سامانه دارای معیارهای متعدد بوده؛ از سهم وزنی بالایی برخوردار است. مطابق نمودار۷، HQE با ۳۷/۲٪ بیش‌ترین نسبت و DGNB با ۱۳/۹٪ کم‌ترین سهم وزنی معیارهای این سرفصل را به خود اختصاص داده است. مقایسه معیارهای سرفصل کیفیت فضایی منطبق با ساختار پیشنهادی ارایه‌شده در جدول۱۲ صورت گرفته است. سامانه LEED تنها سامانه‌ای است که کیفیت هوا را در طول دوره ساخت‌وساز جهت سلامت کارگران و دیگر دست‌اندرکاران ساختمانی ارزیابی می‌نماید. مباحث مرتبط با آسایش و رفاه کاربر در کلیه سامانه‌ها به‌طور کامل لحاظ شده‌است؛ اما در این میان HQE تعداد معیارهای بیش‌تری را با جزییاتی دقیق‌تر در این خصوص ارایه می‌نماید. جهت دست‌یابی به آسایش حرارتی در این سامانه معیارهایی چون ارتقای توانایی ساختمان جهت تامین شرایط آسایش حرارتی-رطوبتی و هم‌گروه‌سازی اتاق‌های دارای تقاضای حرارتی-رطوبتی یکسان طرح شده‌است که توجه سامانه را به رعایت الزامات معمارانه در طراحی فضاها و تبیین جزییات اجرایی در مراحل ابتدایی طراحی پروژه نشان می‌دهد. در این سامانه رعایت الزامات مرتبط جهت دست‌یابی به آسایش حرارتی، تهویه مناسب و کنترل رطوبت فضاها نیز به طور مجزا قید

Archive of SID

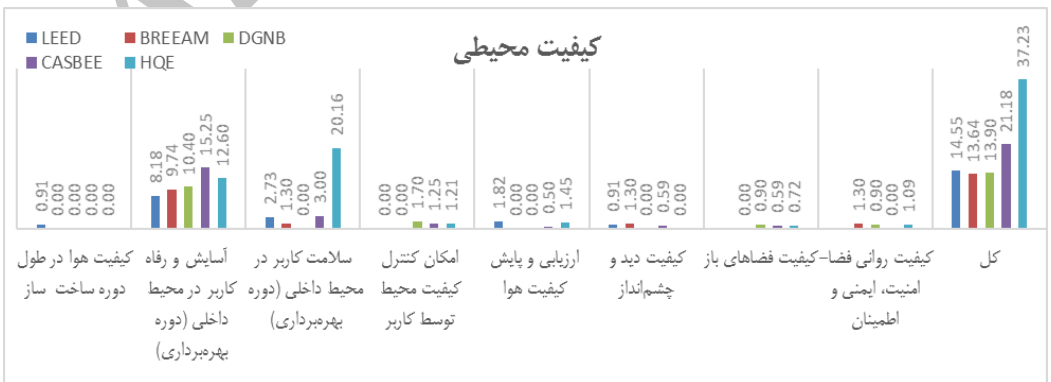
www.SID.ir

شده‌است. سامانه HQE همچنین به موضوعات مرتبط با سلامت کاربر (سلامت فضا، هوا و آب) توجه ویژه‌ای نشان داده و مباحث مرتبط با آن را به‌تفصیل ارزیابی می‌نماید. در سامانه LEED و CASBEE معیاری جهت کنترل دود سیگار در محیط داخلی عنوان شده‌است. درباره‌ی امکان کنترل کیفیت محیط توسط کاربر، HQE تنها سامانه‌ای است که کنترل محیط بصری و حرارتی و همچنین در دسترس قراردادن ابزار بهینه‌سازی سیستم‌ها و عیب‌یابی را به طور ویژه طرح می‌نماید. DGNB این معیار را در قالبی کلی مدنظر داشته و CASBEE بر قابلیت کنترل نورپردازی تاکید دارد.

جدول۱۲- ساختار مقایسه معیارهای کیفیت محیطی (ماخذ: نگارندگان)

Table 12- Comparison structure of Enviromental Quality criteria

معیار ارزیابی	زیرمعیار		
کیفیت محیطی	الف	کیفیت هوا در طول دوره ساخت‌وساز	
	ب	آسایش و رفاه کاربر در محیط داخلی، در دوره بهره‌برداری (کیفیت محیط داخلی از منظر آسایش کاربر)	۱ آسایش حرارتی، تهویه و رطوبت
			۲ آسایش بصری
			۳ آسایش صوتی
			۴ آسایش بویایی
			۵ دست‌یابی به کیفیت بهینه فضایی
	پ	سلامت کاربر در محیط داخلی، در دوره بهره‌برداری (کیفیت محیط داخلی از منظر تاثیر بر سلامت کاربر)	۱ سلامت و بهداشت فضا
			۲ سلامت و بهداشت هوا
			۳ سلامت و بهداشت آب
			۴ میزان تصاعدات مصالح و تاثیر آن بر سلامت انسان[1]
			۵ کنترل محیطی دود دخانیات
			۶ کاهش قرارگیری در معرض نیروی مغناطیسی
	ت	امکان کنترل کیفیت محیط توسط کاربر (نقش کاربر و سهولت استفاده)	
	ث	ارزیابی و پایش کیفیت هوا	
کیفیت روانی - فضایی محیط	ج	کیفیت دید و چشم‌انداز	
	چ	کیفیت فضاهای باز	
	ح	کیفیت روانی فضا- امنیت، ایمنی و اطمینان	



نمودار۷- مقایسه نسبت وزنی کیفیت محیطی در میان سامانه‌های منتخب به‌تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

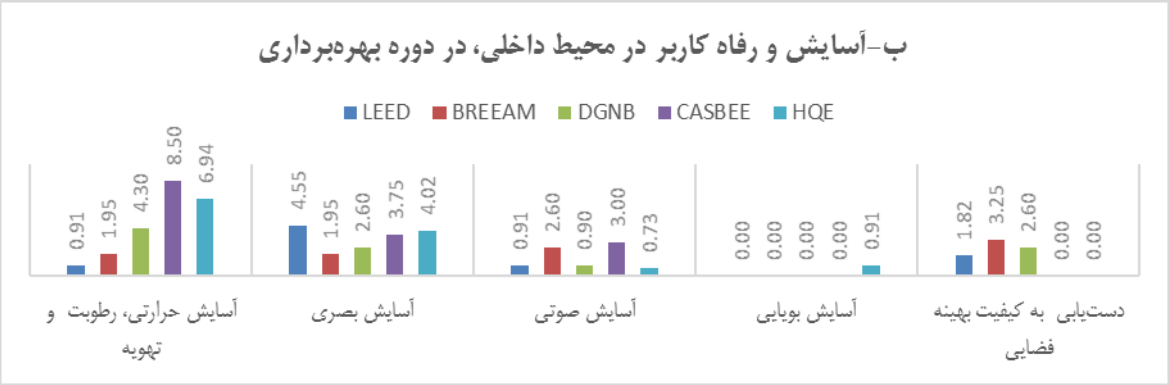
Figure 7- Comparison of Envromental Quality weighting in selected rating systems, separated by assessment criteria

۱ - در سرفصل مصالح، آثار محیطی مصالح سنجیده می‌شود. اما در این سرفصل تاثیر مصالح بر سلامت انسان، و بهره‌گیری از مصالح کم‌تصاعد، ارزیابی می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

مباحث مرتبط با آسایش و رفاه کاربر (دسته ب)، مهم‌ترین و اصلی‌ترین معیارهای پنج سامانه را در سرفصل کیفیت محیطی پوشش می‌دهند. از این‌رو، به جهت اهمیت موضوع، با ارایه درصد وزنی زیرمعیارهای تشکیل‌دهنده آن در نمودار ۸ سامانه‌ها از این منظر نیز تحلیل و مقایسه می‌گردند. CASBEE دارای بالاترین نسبت در لحاظ‌نمودن معیارهای مرتبط با آسایش حرارتی، تهویه و رطوبت و همچنین آسایش صوتی است. در میان معیارهای مرتبط با آسایش بصری، LEED از بالاترین درصد وزنی برخوردار بوده؛ عمده توجه BREEAM به دست‌یابی کیفیت هوای داخلی معطوف است. در میان پنج سامانه، موضوع آسایش بویایی تنها در سامانه HQE و با طرح دو معیار شناسایی و کاهش اثرات منابع بو و ممانعت از انتشار بوهای بد گازهای گلخانه‌ای لحاظ شده‌است. لازم به توضیح است در چارچوب ارایه‌شده، معیار آسایش بصری فقط مباحث مرتبط با روشنایی و چشم‌زدگی را پوشش می‌دهد و موضوعات روانی بصری اعم از کیفیت دیدها و چشم‌انداز در بخش کیفیت روانی – فضایی محیط طبقه‌بندی گردیده است. BREEAM دارای بالاترین سهم وزنی در معیارهای مرتبط با کیفیت روانی – فضایی محیط، از جمله مباحث مرتبط با چشم‌انداز، ایمنی و امنیت است و DGNB بر دراختیار قراردادن فضاهای وسیع برای استفاده عمومی جهت ایجاد فرصت‌های فراغتی-تفریحی تاکید دارد.



نمودار ۸- مقایسه نسبت وزنی معیار آسایش و رفاه کاربر در محیط داخلی در دوره بهره‌برداری (ماخذ: نگارندگان)

Figure 8- Comparison of User Comfort and Well-being weighting in indoor environment during building operation

۲-۸- کیفیت اجتماعی- فرهنگی

سرفصل کیفیت اجتماعی- فرهنگی-فضایی موضوعات مرتبط با سلامت، رفاه و آسایش کاربر، ارتقا کیفی فضاها و کیفیت‌های اجتماعی را تحت پوشش قرار می‌دهد. مباحث مرتبط با سلامت، رفاه و آسایش کاربر به طور مجزا در سرفصل پیشین ارایه شد و در این سرفصل دو موضوع ارتقای کیفیت و جذابیت فضا و کیفیت اجتماعی طرح می‌گردد. در میان پنج سامانه، CASBEE با ۱۰/۴٪ و پس از آن DGNB با ۷/۸٪ بیش‌ترین نسبت وزنی معیارهای این سرفصل را به خود اختصاص داده‌اند (نمودار۹). دو سامانه BREEAM و LEED در این باره معیاری ارایه نمی‌دهند. مقایسه معیارهای سرفصل اجتماعی- فرهنگی-فضایی، منطبق با ساختار پیشنهادی ارایه‌شده در جدول۱۳ صورت گرفته است. در سامانه‌های مختلف، معیارهای متنوعی جهت ارزیابی ساختمان از منظر اجتماعی- فرهنگی ارایه شده‌است. سامانه DGNB در این سرفصل از جامعیت بیش‌تری نسبت به دیگر سامانه‌ها برخوردار است. توجه به کیفیت زیباشناسانه فضا و امکان‌پذیری دسترسی برای ناتوانان جسمی-حرکتی، ارتقا سیما و منظر، دسترسی عمومی و تخصیص کاربری عمومی، اهمیت مباحث اجتماعی را در فرایند ارزیابی این سامانه مشخص می‌سازد. سامانه CASBEE درباره‌ی موضوع ارتقا سیما و منظر با ارایه معیار چشم‌انداز و منظر شهری، و در موضوع ارتقای هویت از طریق معیار توجه به خصوصیات محلی و ارتقای آسایش از

Archive of SID

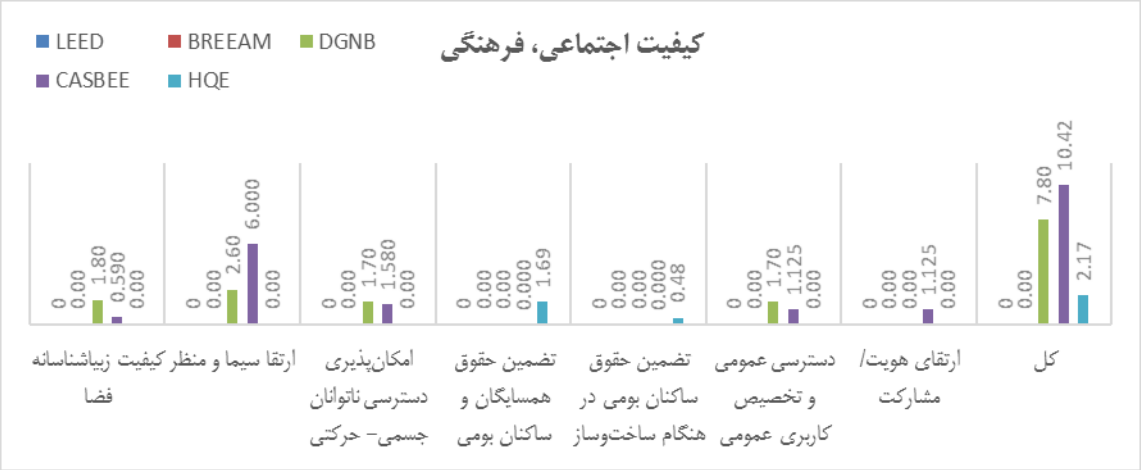
www.SID.ir

DGNB نیز پیشی می‌گیرد. در میان این پنج سامانه HQE تنها سامانه‌ای است که معیارهایی جهت رعایت حقوق همسایگان و ساکنان بومی در حین ساخت‌وساز و دوران بهره‌برداری ارایه می‌دهد. این معیارها تضمین حق ساکنان بومی برای برخورداری از خورشید و نور طبیعی، آرامش، منظر و کیفیت بهداشتی در دوره بهره‌برداری و همچنین کاهش مزاحمت‌های صوتی و بصری و توجه به نظافت کارگاه را در دوران احداث بنا ارزیابی می‌کنند.

جدول ۱۳- ساختار مقایسه معیارهای اجتماعی- فرهنگی-فضایی (ماخذ: نگارندگان)

Table 13- Comparison structure of Socio-cultural criteria

	معیار ارزیابی		زیرمعیار
الف	سلامت، رفاه و آسایش کاربر (در بخش ۵-۷-۲ تحلیل و ارایه گردید)	۱	کیفیت محیطی فضا
		۲	کیفیت روانی -فضایی محیط
ب	ارتقا کیفیت و جذابیت فضا (ایجاد فضاهای خوشایند و جذاب)	۱	کیفیت زیباشناسانه فضا
		۲	ارتقا سیما و منظر
پ	کیفیت اجتماعی	۱	امکان‌پذیری دسترسی ناتوانان جسمی-حرکتی (ساختمان برای همه)
		۲	تضمین حقوق همسایگان و ساکنان بومی (برخورداری از خورشید، آرامش، منظر، بهداشت)
		۳	تضمین حقوق همسایگان و ساکنان بومی در هنگام ساخت‌وساز (کاهش مزاحمت صوتی، بصری، و..)
		۴	دسترسی عمومی و تخصیص کاربری عمومی
		۵	ارتقای هویت/ مشارکت



نمودار ۹. مقایسه نسبت وزنی کیفیت اجتماعی- فرهنگی در سامانه‌های منتخب به‌تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

Figure 9- Comparison of Socio-cultural Quality weighting in selected rating systems, separated by assessment criteria

Archive of SID

www.SID.ir

گروه سوم- موضوعات اقتصادی و مدیریت

۲-۹-کیفیت فنی و عملکردی

در سرفصل کیفیت فنی و عملکردی، توانایی فنی ساختمان، قابلیت سرویس‌دهی و ارایه خدمات، شرایط نگهداری و تعمیر و انعطاف‌پذیری کارکردی- کالبدی بنا مورد سنجش واقع می‌شوند. طبق نمودار ۱۰ در میان ۵ سامانه، DGNB با ۲۶/۷٪ بیش‌ترین نسبت و پس از آن CASBEE با ۱۶/۴٪ قرار دارد. این در حالی است که سهم سامانه BREEAM و HQE از این سرفصل به ترتیب معادل با ۱/۵۶٪ و ۷/۱۴٪ است. در LEED نیز معیاری که به طور مستقیم موضوعات این سرفصل را مدنظر قرار دهد، وجود ندارد. رویکرد متفاوت ارزیابی سامانه‌ها که پیش‌تر با عنوان جزنگر و کل‌نگر طرح گردید؛ این تفاوت را به‌خوبی توجیه می‌نماید. به عبارتی از آن‌جا که ساختار دو سامانه کل‌نگر CASBEE و DGNB بر مبنای سنجش ویژگی‌ها و قابلیت‌های ساختمان پایه‌ریزی شده‌است؛ طرح معیارهایی که توان عملکردی و فنی بنا را بسنجد، ضرورت دارد. هرچند در سامانه جزنگر HQE نیز بر قابلیت‌های فنی ساختمان در سرفصل انرژی آن سامانه تاکید شده‌است. همچنین توجه به الزامات فنی برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در سرفصل انرژی دو سامانه BREEAM و LEED نیز مستتر است که در این مقاله در جایگاه سرفصل انرژی طبقه‌بندی شده‌است. مقایسه معیارهای سرفصل کیفیت عملکردی و خدمات منطبق با ساختار پیشنهادی ارایه‌شده در جدول۱۴ صورت گرفته است.

جدول۱۴- ساختار مقایسه معیارهای کیفیت فنی و عملکردی (ماخذ: نگارندگان)

Table 14- Comparison structure of Technical and Functional Quality criteria

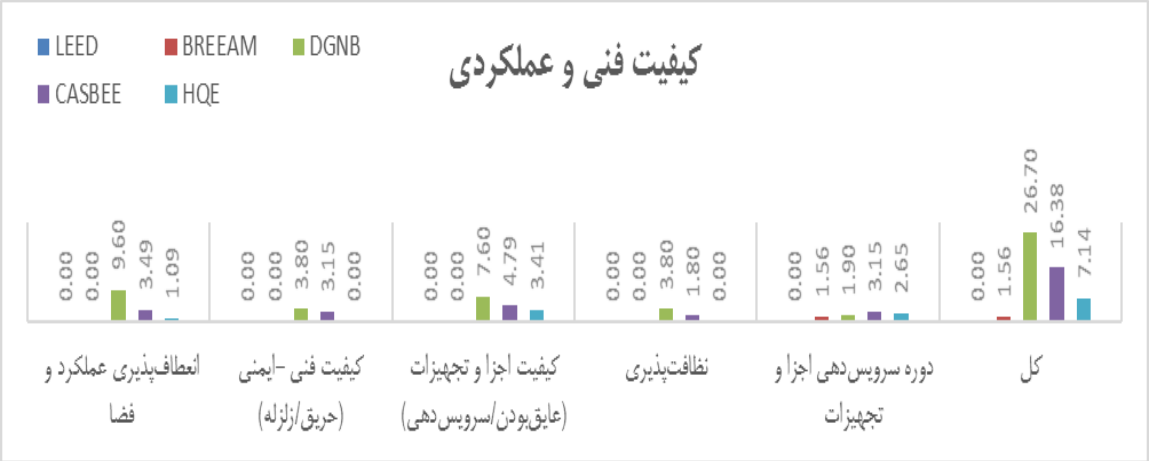
	معیار ارزیابی		زیرمعیار
الف	کیفیت کارکردی فضاها/ انعطاف‌پذیری فضایی	۱	انعطاف‌پذیری عملکرد و فضا (چندعملکردی بودن: انعطاف در سازه و فضا/ مفید بودن ابعاد فضا)
ب	کیفیت خدمات و اجزا	۱	کیفیت فنی-ایمنی (حریق/ زلزله)
		۲	کیفیت اجزا و تجهیزات (عایق‌بودن/ کیفیت سرویس‌دهی)
پ	نگهداری ساختمان	۱	نظافت‌پذیری
		۲	دوره سرویس‌دهی اجزا و تجهیزات (انطباق‌پذیری، تجدیدپذیری و تسهیل تعمیر و نگه‌داری)

در سامانه CASBEE و DGNB نگاه ویژه‌ای به کیفیت‌های کارکردی فضاها صورت گرفته‌است. این امر در CASBEE با الزام به ایجاد فضاهای بهینه، مفید و جادار، ایجاد انعطاف در سازه و محاسبات ساختمان و رعایت ابعاد بهینه در طراحی و ساخت فضاها بروز می‌یابد. در سامانه DGNB، که دارای بالاترین درصد وزنی این سرفصل است، معیاری کلی با عنوان انعطاف‌پذیری و انطباق‌پذیری (در زیرمجموعه سرفصل کیفیت اقتصادی آن) طرح شده‌است. این معیار با ارایه شاخص‌هایی از جمله انعطاف‌پذیری در ارتفاع سقف، عمق پلان، دسترسی عمودی، سازه و نحوه چیدمان و خدمات سعی دارد با ارتقای توانایی بالقوه ساختمان برای مواجهه با تغییرات احتمالی، قابلیت ساختمان را تا حد ممکن برای استفاده‌های آتی و مجدد افزایش دهد. CASBEE با توجه به شرایط لرزه‌خیزی کشور ژاپن معیارهای مقاومت در برابر زلزله و اعتبار را طرح می‌نماید و طی آن توانایی ساختمان را در حفظ عملکردهای خود در شرایطی چون زمین‌لرزه، سایر بلایای طبیعی و یا حوادث بزرگ می‌سنجد. DGNB در این موضوع، ایمنی در مقابل حریق را مطرح می‌کند. سه سامانه DGNB، CASBEE و HQE به کیفیت پوسته‌ها و پیش‌گیری از هدررفت حرارت توجه می‌کنند. سامانه CASBEE با تکیه بر سیستم‌های

Archive of SID

www.SID.ir

اطلاع‌رسانی و HQE با در دسترس قراردادن ابزار بهینه‌سازی عملیات و عیب‌یابی سعی در ارتقای قابلیت‌های ساختمان دارند. معیارهای مرتبط با نظافت‌پذیری به‌طور ویژه در CASBEE و DGNB طرح شده‌است. در این راستا CASBEE به‌وضوح اقداماتی را جهت لحاظ‌نمودن در طراحی و تبیین جزییات اجرایی به منظور افزایش نظافت‌پذیری اجزا و فضاها ارایه نموده‌است. تعمیر و نگهداری از موضوعاتی است که به ترتیب درصد وزنی در چهار سامانه CASBEE، HQE، DGNB و BREEAM لحاظ و طرح شده‌است. هرچند در این باره CASBEE از ساختار تکامل‌یافته‌تری نسبت به دیگر سامانه‌ها برخوردار بوده و با ارایه دو معیار عمر سرویس‌دهی *اجزا*، به‌طور مجزا عمر سرویس‌دهی مصالح سازه‌ای و فاصله زمانی لازم بین هر ترمیم و تجدید را در میان اجزا و تجهیزات ساختمان و همچنین معیار *تجدیدپذیری سیستم*، میزان سهولت ترمیم لوله‌های زهکشی و تامین آب، سیم‌کشی برق، کابل‌های ارتباطی، تجهیزات و... را مورد سنجش قرار می‌دهد. معیارهای متعدد HQE نیز در زمینه تعمیر و نگهداری به سهولت نگهداری، دسترسی آسان و توجه به مباحث نگهداری در طراحی و تبیین جزییات و گزینش محصولات و فرایندهای اجرایی اشاره دارد. این در حالی است که در سامانه BREEAM در این راستا، صرفا به ارایه معیار مراقبت بعدی، بسنده شده‌است.



نمودار۱۰- مقایسه نسبت وزنی کیفیت فنی و عملکردی، در سامانه‌های منتخب به‌تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

Figure 10-Comparison of Technical and Functional Quality weighting in selected rating systems, separated by assessment criteria

۲-۱۰-کیفیت اقتصادی

سرفصل کیفیت اقتصادی شامل موضوعاتی است که به طور مستقیم بر هزینه‌های ساختمان در طول چرخه حیات آن اعم از هزینه‌های ساخت، بهره‌برداری و تخریب اثرگذار بوده؛ یا رشد و حیات اقتصادی ویژه‌ای برای ساختمان و محیط اطراف آن ایجاد می‌کند. در میان این پنج سامانه، این مباحث تنها در DGNBبا درصد وزنی ۱۲/۸٪ و پس از آن با اختلاف زیاد در BREEAM با درصد وزنی ۲/۰۸٪ لحاظ شده‌است (نمودار۱۱). بدیهی است رعایت معیارهای مرتبط با صرفه‌جویی در مصرف آب، انرژی، مصالح و... قطعا ارتقای اقتصادی ساختمان را در پی خواهد داشت. اما در این مقاله برای دست‌یابی به طبقه‌بندی واضح‌تر و پیش‌گیری از تکرار معیارها در سرفصل‌های مختلف، فقط معیارهایی که به‌طور مستقیم مباحث مالی و اقتصادی را خطاب قرار می‌دهند، ارایه و عنوان شده‌اند. مقایسه معیارهای سرفصل کیفیت اقتصادی منطبق با ساختار پیشنهادی ارایه‌شده در جدول۱۵ صورت گرفته‌است.

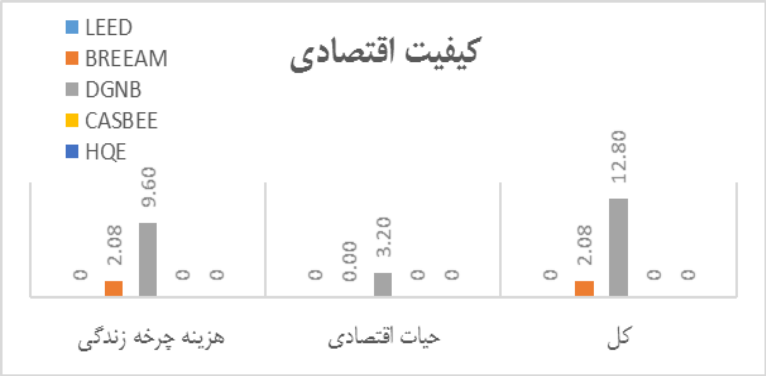
www.SID.ir

جدول۱۵- ساختار مقایسه معیارهای کیفیت اقتصادی (ماخذ: نگارندگان)

Table 15- Comparison structure of Economical Quality criteria

	معیار ارزیابی
الف	هزینه چرخه‌ی زندگی
ب	حیات و رشد اقتصادی پروژه

نمودار ۱۱ نشان‌گر آن است که در میان دو سامانه دارای معیارهای اقتصادی، DGNB با توجه به مبانی نظری شکل‌گیری خود و مبتنی بر کانسپت مثلث سه‌گانه پایداری، توجه ویژه‌ای به مباحث اقتصادی نموده؛ و مصرف معنی‌دار و آگاهانه منابع اقتصادی را در کل چرخه زندگی ساختمان هدف قرار می‌دهد. BREEAM نیز در این راستا بر کاهش هزینه‌های کل چرخه زندگی تاکید می‌نماید. یکی از نکات ویژه سامانه DGNB علاوه بر لحاظ نمودن مبحث فوق، توجه به تداوم و حیات اقتصادی پروژه‌ها است. این سامانه سعی دارد تا از طریق ایجاد بناهایی که از حداکثر قابلیت پاسخ‌گویی به تقاضای میان‌مدت و بلندمدت کاربران و قابلیت بلندمدت عرضه در بازار برخوردارند، باعث بالا رفتن ارزش ملک گردد و قابلیت نگهداری ساختمان را تداوم بخشد. از سوی دیگر با تخصیص صحیح منابع اقتصادی، تا حدممکن از بلااستفاده‌بودن و خالی ماندن بناها در آینده جلوگیری نماید. این معیار در این سامانه توسط سه شاخص موقعیت، سیما و منظر،/ دسترسی و پارکینگ/ و ویژگی‌های بازار سنجیده می‌شود.



نمودار۱۱- مقایسه نسبت وزنی کیفیت اقتصادی در سامانه‌های منتخب به‌تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

Figure 11- Comparison of Economical Quality weighting in selected rating systems, separated by assessment criteria

۲-۱۱-مدیریت و برنامه‌ریزی پایدار

سرفصل مدیریت و برنامه‌ریزی پایدار اقدامات مرتبط با سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و مدیریت فرایندهای طراحی، احداث، بهره‌برداری ساختمان را پوشش می‌دهد. در میان ۵ سامانه، BREEAM با ۱۶/۳۶٪ بیش‌ترین نسبت وزنی را دارا بوده، پس از آن LEED با ۱۰٪ و DGNB با ۸/۶٪ در رده‌های بعدی قرار دارند (نمودار۱۲). در دو سامانه CASBEE و HQE معیاری که به‌طور مستقیم شامل این موضوعات شود، عنوان نگردیده‌است. هرچند این مبحث نیز به‌طور قطع در ساختار و فرآیند پیاده‌سازی کلیه معیارهای این سامانه‌ها مستتر است. BREEAM با تخصیص یکی از سرفصل‌های اصلی خود به این موضوع سعی دارد تا شیوه‌های مدیریت پایدار را در تمام فرآیندهای طراحی، احداث، راه‌اندازی، تحویل، بهره‌برداری و نگه‌داری، اجرایی کرده؛ و از این راه دست‌یابی به اهداف پایداری را ممکن سازد. سرفصل کیفیت فرایند در DGNB نیز این هدف را دنبال می‌نماید. درج نشدن مباحث مدیریتی و برنامه‌ریزی در محتوای سرفصل‌های HQE به دلیل برداشت معیارهای ارزیابی سامانه از نسخه عملکرد محیطی ساختمان‌ها[1] و ارایه‌ی مباحث مدیریتی در نسخه دیگری باعنوان الزامات مدیریت محیطی پروژه[2] توجیه‌شدنی است. مقایسه معیارهای

1- Environmental Performance of Buildings (EPB)
2- Project Environmental Management Requirements (PEM)

www.SID.ir

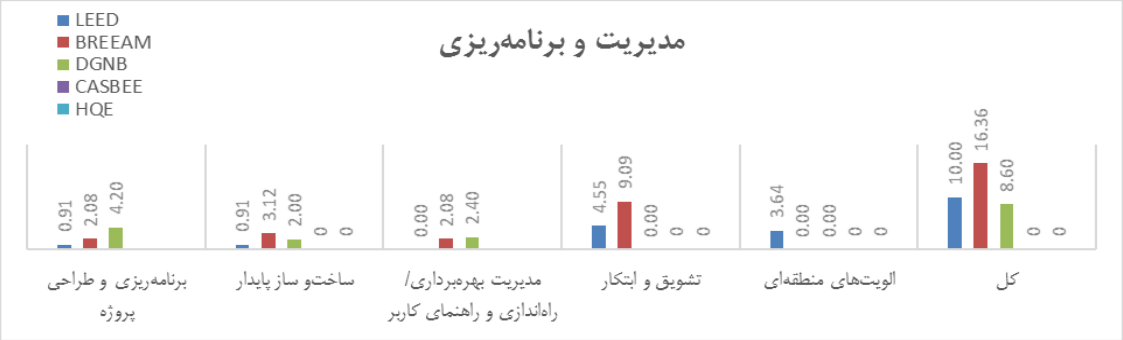
سرفصل مدیریت و برنامه‌ریزی پایدار منطبق با ساختار پیشنهادی ارایه‌شده در جدول۱۶ صورت گرفته‌است.

جدول۱۶- ساختار مقایسه معیارهای مدیریت و برنامه‌ریزی پایدار (ماخذ: نگارندگان)

Table 16- Comparison structure of Sustainable Planing and Management criteria

	معیار ارزیابی		زیرمعیار
الف	مدیریت و برنامه‌ریزی فرآیند پایداری در کل چرخه حیات ساختمان	۱	برنامه‌ریزی و طراحی پروژه
		۲	ساخت‌وساز پایدار و مدیریت بهره‌برداری
		۳	راه‌اندازی و راهنمای کاربر
ب	راه‌کارهای ارتقا و افزایش بهره‌وری پروژه‌ها	۱	ایجاد نوآوری و اقدامات تشویقی سامانه‌ها (تشویق و ابتکار)
پ	الویت‌های منطقه‌ای		

میان پنج سامانه، تنها BREEAM و LEED با ارایه معیار تشویقی نوآوری می‌کوشند تا پروژه‌ها را به سمت دست‌یابی به عملکرد استثنایی و یا نوآورانه سوق دهند. در این میان LEED نیز با تدارک معیار تشویقی اولویت منطقه‌ای سعی در ایجاد انگیزه جهت لحاظ‌نمودن و توجه به شرایط محلی و مشخصات جغرافیایی- محیطی دارد.



نمودار۱۲- مقایسه نسبت وزنی مدیریت و برنامه‌ریزی در سامانه‌های منتخب به‌تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

Figure 11- Comparison of Sustainable Planing and Management weighting in selected rating systems, separated by assessment criteria

جمع‌بندی

در جدول۱۷ ضرایب وزنی کلیه سرفصل‌ها به تفکیک پنج سامانه ارایه شده‌است. منطبق با داده‌های جدول، سامانه LEED دارای بالاترین ضریب وزنی در گروه موضوعات محیطی است (۷۵٪/۴) و پس از آن BREEAM با درصد ۶۶/۲ قرار دارد. در میان شش سرفصل موضوعات گروه محیطی در سامانه‌های LEED، CASBEE و HQE سرفصل انرژی از بالاترین ضریب وزنی برخوردار است. در حالی که در سامانه BREEAM، بیش‌ترین ضریب وزنی به ساخت‌گاه (سایت) و در DGNB به سرفصل بارهای محیطی اختصاص یافته‌است. در گروه موضوعات اجتماعی به‌ترتیب سامانه‌های HQE و CASBEE بالاترین ضرایب را به خود تخصیص داده‌اند و بعد از آن‌ها DGNB قرار دارد. لازم به ذکر است که در تمام پنج سامانه، سرفصل کیفیت محیط داخلی بخش عمده معیارها و امتیازات این گروه را پوشش داده است. تنها سامانه‌های DGNB و CASBEE دارای شاخص‌های ویژه جهت سنجش کیفیت‌های اجتماعی و فرهنگی از قبیل توجه به جنبه‌های زیباشناسانه، ارتقا سیما و منظر شهری، تقویت فضاهای عمومی و... هستند. شاخص‌های سامانه HQE در این باره به رعایت حقوق ساکنان و همسایگان محدود می‌گردد. این دست مباحث اجتماعی در سامانه‌های BREEAM و LEED به کل نادیده

www.SID.ir

گرفته شده؛ و فاقد معیار ارزیابی هستند. در گروه اقتصادی و کارکردی نیز، سامانه DGNB بالاترین درصد وزنی را به خود اختصاص داده است. هرچند عمده این ضریب وزنی در سرفصل کیفیت عملکردی و خدمات بروز می‌یابد. شاخص‌ترین موضوع گروه اقتصادی به‌طور ویژه به هزینه‌های ساختمان در طول چرخه حیات اشاره دارد که در این سرفصل، DGNB بالاترین ضریب وزنی را دارد (۱۲٪/۸) و BREEAM نیز درصد وزنی معادل ۲/۱٪ را به این موضوع تخصیص داده است. در دیگر سامانه‌ها نیز اشاره مستقیمی به آن صورت نگرفته است. در میان ۵ سامانه، BREEAM دارای بیش‌ترین معیار و بالاترین ضریب وزنی درخصوص سرفصل مدیریت و برنامه‌ریزی است. در جدول۱۷ ضرایب وزنی هر سرفصل به‌تفکیک سه گروه کلان محیطی، اقتصادی و اجتماعی، مشخص شده‌است.

تخصیص ضریب وزنی بالا به گروه موضوعات محیطی در سامانه‌های BREEAM و LEED از رویکرد این دو سامانه در توجه ویژه به مباحث محیطی، نشات می‌گیرد. این امر به معنی کاهش اهمیت موضوعات محیطی در دیگر سامانه‌ها نیست، بلکه تفاوت‌های ساختاری سامانه‌ها و توجه همزمان آن‌ها به مباحث تکنیکی فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی در کنار موضوعات محیطی، سرشکن شدن ضرایب وزنی و پیرو آن، کاهش سهم وزنی موضوعات محیطی را در پی داشته‌است.

نتایج حاکی از آن است علاوه بر متغیرهای مختلف اقلیمی و منطقه‌ای که اصلی‌ترین عامل تفاوت در میان وزن‌دهی و اولویت‌گذاری معیارهای ارزیابی سامانه‌های مختلف هستند، رویکرد و مبانی کلی سامانه نقش موثری در سازمان‌دهی ساختار محتوایی معیارها دارد. به عنوان مثال، سامانه‌ی DGNB، که ساختار ارزیابی خود را منطبق بر اصول سه‌گانه معماری پایدار سامان داده است، در بخش قابل‌توجهی از معیارهایش موضوعات و پیامدهای اقتصادی، اجتماعی ساختمان را می‌سنجد؛ درصورتی که در سامانه‌های BREEAM، LEED و یا HQE، که به نسل اول سامانه‌ها تعلق دارند، ارزیابی به‌طور عمده حول محور مباحث محیطی می‌چرخد. به‌طور کلی در سامانه‌های کل‌نگر مانند DGNB و CASBEE، موضوعات مرتبط با قابلیت‌های فنی و عملکردی ساختمان، اعم از کارکرد فضاها، نحوه سرویس‌دهی و خدمات، تسهیل تعمیر و نگه‌داری و... نمود بیش‌تری یافته‌اند؛ درحالی‌که در سامانه‌های جزنگر، که هدف آن‌ها کنترل میزان مصرف و حفظ منابع محیطی در ساختمان است، مباحثی از قبیل انرژی، آب، زمین، مصالح، اکوسیستم و... اهمیت بیش‌تری می‌یابد. هرچند در هر دو شکل سامانه موضوع انرژی و کیفیت محیط داخلی موکدا مورد توجه قرارگرفته‌است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱۷- ضرایب وزنی هر سرفصل، به‌تفکیک سه رکن پایداری (محیطی، اقتصادی و اجتماعی) (ماخذ: نگارندگان)

Table 17- Weighting Coefficient of categories separated by three pillars of Sustaibability (Environmental, Economical and Social)

HQE	CASBEE	DGNB	BREEAM	LEED	
۵۳,۲	۵۲,۵	۳۰,۱	۶۶,۲	۷۵,۴	الف-گروه موضوعات محیطی
۲۵,۳	۱۶	۵,۶	۱۲,۸	۲۷,۳	انرژی
۴,۳	۳	۲,۳	۵,۷	۱۲,۷	آب
۶,۵	۶,۷	۵,۱	۱۷,۳	۱۸,۲	ساخت‌گاه (استفاده از زمین/ حمل‌ونقل و تسهیلات)
۹,۹	۱۴,۵	۱۲,۳	۱۰,۴	۵,۴	بارهای محیطی
۳	۱۲	۴,۸	۱۳,۱	۱۰	مصالح
۴,۲	۰,۳	۰	۶,۹	۱,۸	پسماند
۳۹,۴	۳۱,۶	۲۱,۷	۱۳,۶	۱۴,۵	ب-گروه موضوعات اجتماعی
۳۷,۲	۲۱,۲	۱۳,۹	۱۳,۶	۱۴,۵	کیفیت فضایی (کیفیت محیط داخلی)
۲,۲	۱۰,۴	۷,۸	۰	۰	جنبه‌های اجتماعی
۷,۱	۱۶,۴	۴۸,۱	۲۰,۲	۱۰	پ- گروه موضوعات اقتصادی و کارکردی
۰	۰	۱۲,۸	۲,۱	۰	جنبه‌های اقتصادی و هزینه‌های چرخه حیات
۰	۰	۸,۶	۱۶,۴	۱۰	مدیریت و برنامه‌ریزی پایدار
۷,۱	۱۶,۴	۲۶,۷	۱,۷	۰	کیفیت فنی و عملکردی
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	کل

*سامانه دارای بالاترین ضریب در هر سه گروه کلان موضوعات محیطی، اجتماعی، اقتصادی، با هاشور/ و بالاترین ضریب هر سرفصل، در هر سامانه با زیرخط مشخص شده‌است/ سلول‌های رنگ‌شده، بالاترین ضریب هر سرفصل را در هر گروه کلان، و درخصوص هر سامانه نشان می‌دهد.

Archive of SID

References

1. Lee WL, 2013. A comprehensive review of metrics of building environmental assessment schemes. Energy and Buildings,Vol. 62, pp. 403-413.
2. Ali H, Al Nsairat F, 2009. Developing a green building assessment tool for developing countries – Case of Jordan. (44), pp. 1053-1064.
3. Alyami H, Rezgui , 2012. Sustainable building assessment tool development approach. Sustainable Cities and Society(5), pp. 52-62.
4. Nguyen BK, Altan , 2011. Comparative review of five sustainable rating systems. Procedia Engineering(21), pp. 376-386.
5. Kajikawa , Inoue T, Goh , 2011 Jul. Analysis of building environment assessment frameworks and their implications for sustainability indicators. Sustainability Science,Vol. 6(2), pp. 233-246.
6. Suzer O, 2015. A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems. (154), pp. 266-283.
7. Asdrubali F, Baldinelli G, Bianchi F, Sambuco S, 2015. A comparison between environmental sustainability rating systems LEED and ITACA for residential buildings. (86), pp. 98-108.
8. Chandratilake SR, Dias WPS, 2013. Sustainability rating systems for

www.SID.ir

buildings: Comparisons and correlations. (59), pp. 22-28.
9. Gou , Lau SY, 2014. Contextualizing green building rating systems: Case study of Hong Kong. , pp. 282-289.
10. Wallhagen , Glaumann , Eriksson , Westerberg , 2013. Framework for Detailed Comparison of Building Environmental Assessment Tools. buildings,Vol. 3, pp. 39-60.
11. Alyami H, Rezgui , Kwan , 2013. Developing sustainable building assessment scheme for Saudi Arabia: Delphi consultation approach. (27), pp. 43-54.
12. Ng , Chen , Wong J, 2013. Variability of building environmental assessment tools on evaluating carbon emissions. Environmental Impact Assessment Review(38), pp. 131-141.
13. Lee WL, 2012. Benchmarking energy use of building environmental assessment schemes. (45), pp. 326-334.
14. Roderick Y, McEwan , Wheatley , Alonso. COMPARISON OF ENERGY PERFORMANCE ASSESSMENT BETWEEN LEED,BREEAM AND GREEN STAR. In Eleventh International IBPSA Conference; 2009; Glasgow, Scotland.
15. Wu , Shen L, Yu TW, Zhang , 2015. A Comparative Analysis of Waste Management Requirements between Five Green Building Rating Systems for New Residential Buildings..
16. Schwartz Y, Raslan R, 2013. Variations in results of building energy simulation tools, and their impact on BREEAM and LEED ratings: A case study. ,Vol. 62, pp. 350-359.
17. Wei , Ramalho , Mandin , 2015. Indoor air quality requirements in green building certifications. (92), pp. 10-19.
18. Reed , Krajinovic-Bilos. An Examination of International Sustainability Rating Tools: an Update. In 19th PRRES Pacific Rim Real Estate Society Conference; 2013.
19. BRE BREEAM. , 2016 Jan 22. see information in: HYPERLINK "http://www.breeam.com/"http://www.breeam.com/ .
20. USGBC LEED. , 2015 Sep 14. see information in: HYPERLINK "http://www.usgbc.org/leed" http://www.usgbc.org/leed .
21. JSBC CASBEE. , 2016 Feb 1. see information in: HYPERLINK "http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english"http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english .
22. DGNB DGNB System. , 2016 Feb 20. see information in: HYPERLINK "http://www.dgnb-system.de/en/" http://www.dgnb-system.de/en/ .
23. HQE Association HQE. , 2016 Mar 15. see information in: HYPERLINK "http://www.behqe.com/"http://www.behqe.com/ .
24. BRE , 2014. BREEAM UK New Construction(Non-domestic Buildings-Technical Manual) [BREEAM UK New Construction/ Non-domestic Buildings/ Technical Manual]. see information in: HYPERLINK "http://www.breeam.com/"http://www.breeam.com/ .
25. USGBC , 2014. LEED v4 for BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION [LEED v4 for BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION.]., 2014 25 Dec.

Archive of SID

www.SID.ir

see information in: HYPERLINK "http://www.usgbc.org/leed"http://www.usgbc.org/leed .

26. JSBC , 2014. CASBEE for building (New Construction), Technical Manual [CASBEE for building (New Construction), Technical Manual].: IBEC, 2015 Jul 25. see information in: HYPERLINK"http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/"http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/ .
27. DGNB , 2015. Kriterienübersicht für Neubau Büro- und Verwaltungsgebäude [Kriterienübersicht für Neubau Büro- und Verwaltungsgebäude]., 2015 Oct 25. see information in: HYPERLINK "http://www.dgnb-system.de/de/system/Systemversion2015.php" http://www.dgnb-system.de/de/system/Systemversion2015.php .
28. CertiveA , 2012. Assessment Scheme For The Environental Performance Of Buildings, Non-residential Buildings [Assessment Scheme For The Environental Performance Of Buildings, Non-residential Buildings]., 2015 Nov 9.
29. Chandratilake , Dias , 2015. Ratio based indicators and continuous score functions for better assessment of building sustainability. Energy,Vol. 83, pp. 137-143.

Archive of SID

www.SID.ir