

## چارچوب مقایسه معیارهای ارزیابی در سامانه‌های رتبه‌بندی محیطی و پایداری

ساختمان؛ (نمونه‌موردی: سامانه‌های LEED، BREEAM، CASBEE، DGNB و HQE)

سید مجید مفیدی شمیرانی<sup>۱</sup>

منصوره طاهباز<sup>۲</sup>

آیدا مهربان<sup>۳\*</sup>

[Ayda.mehraban@gmail.com](mailto:Ayda.mehraban@gmail.com)

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۲۶

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۵/۰۵

### 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 ارائه 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:** مبنای و رویکرد هر سامانه نقش موثری در سازمان‌دهی ساختار محتوایی معیارها دارد؛ مثلاً DGNB، که ساختار ارزیابی آن منطبق با اصول سه‌گانه معماری پایدار سامان یافته، بخش قابل توجهی از معیارهایش به موضوعات اقتصادی- اجتماعی اختصاص دارد؛ در صورتی‌که در BREEAM، LEED و یا HQE، که به نسل اول سامانه‌ها تعلق دارند، ساختار ارزیابی عمدتاً به مباحث محیطی می‌پردازد. در سامانه‌های کل‌نگر مانند DGNB و CASBEE مباحثی چون کارکرد، قابلیت‌های فنی و سرویس‌دهی ساختمان نمود بیش‌تری یافته‌اند؛ در حالی‌که 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.

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

۱ - استادیار معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران.

۲ - دانشیار معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۳ - دکتری گروه تخصصی معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. \* (مسوول مکاتبات)

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

**(Case Study: BREEAM, LEED, CASBEE, DGNB and HQE systems)**

**Seyed Majid Mofidi Shemirani <sup>1</sup>**

**Mansoureh Tahbaz <sup>2</sup>**

**Ayda Mehraban <sup>3</sup> \***

[ayda.mehraban@gmail.com](mailto:ayda.mehraban@gmail.com)

Admission Date: November 16, 2016

Data Received: July 26, 2016

## **Abstract**

**Background and Objective:** Nowadays, environmental 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 choosing an analytical-comparative method, assessment criteria for 5 rating systems are explored and classified. In order to acquire the relative importance of each criterion, weighting 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, Relative importance of criteria, Comparative framework.

---

1- Assistant Professor of Department of Architecture, Faculty of Architecture & Urban Studies, University of Science & Technology, Tehran, Iran.

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

3- PhD of Department of Architecture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

\* (Corresponding Author)

## مقدمه

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 ارائه 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 ارائه 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 جزئیات 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:

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... هر کشور تفاوت‌های معناداری در ساختار کلی امتیازدهی و اولویت‌گذاری هر سامانه وجود دارد. با این حال در همه‌ی این سامانه‌ها با ارزیابی متغیرهای ساختمان و ارائه 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

انجام شده در این حوزه از جمله منابع ۳، ۷، ۸ و ۹ درج شده 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 شده است (۳، ۷، ۸ و ۹).

پ- ارایه چارچوب ارزیابی و مقایسه‌ای معیارها: در عمده مقالات موجود، چارچوب‌های مقایسه‌ای صرفاً 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، 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 و ۱۱ نیز که به ارایه ساختار معیاری برای کشورهای اردن و عربستان پرداخته‌اند، و همچنین منابع شماره ۱۲ الی ۱۷ و مطالعات موضوعی آن‌ها در خصوص 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 شده است 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 عمدتاً به ارزیابی دو سامانه LEED، BREEAM و سامانه‌های مشتق‌شده از آن‌ها محدود شده است. سامانه‌ی ژاپنی

الف- شناخت گرایش و رویکرد هر سامانه: 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 جدول ۱، به سبب 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 BEAM Plus، CASBEE، LEED، BREEAM (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 به دلیل پردازش و توجه صرف به جنبه‌های کلان و ساختاری سامانه، جزئیات معیارهای ارزیابی مورد تحلیل قرار نگرفته است (۱). این موضوع که بر مهم‌ترین جنبه‌ی نوآورانه‌ی پژوهش حاضر تاکید می‌کند، حتی در منبع شماره ۳، که نزدیک‌ترین ساختار را با پژوهش حاضر دارد، به دلیل عدم مقایسه بر مبنای ضرایب وزنی معیارها، مغفول مانده است. مرجع فوق ضمن سنجش موارد تشابه و تمایز چهار سامانه‌ی فراگیر و معتبر SBTTool، CASBEE، LEED، BREEAM و 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 شده است. 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 جزئیات آن نیز امکان‌پذیر نیست. در پژوهش‌های

از سوی دیگر، می‌تواند دلایل اصلی نپرداختن به آن‌ها در مقالات پژوهشی قلمداد شود. جدول ۱ نمونه‌ای از مقالات موجود در خصوص سامانه‌های ارزیابی، به تفکیک دو گروه تحلیل کلیات سامانه و بررسی موضوعی معیارها و اجزا، به همراه کلیات موارد بررسی شده و همچنین اصلی‌ترین نتیجه‌ی دریافتی، به‌طور بسیار خلاصه ارائه می‌گردد. ستون آخر جدول جنبه‌ی نوآورانه پژوهش حاضر را به استناد چهار رویکرد پیش‌گفته در مقایسه با این مقالات بیان می‌کند.

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 LEED و BREEAM

جدول ۱- مروری بر گزیده پژوهش‌های انجام شده، با تاکید بر جنبه‌های 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
بررسی جامع معیارهای سامانه‌های ارزیابی محیطی ساختمان* (۱)	مقایسه و تحلیل ۵ سامانه BREEAM, LEED, CASBEE, BEAM Plus, 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. با وجود نشأت گرفتن BEAM plus از BREEAM و ESGB از LEED با گذشت زمان، ارتباطشان با ریشه‌هایشان کم‌تر شده‌است. هرچند توافقی نسبی در خصوص ضرایب تخصیصی به موضوعات کلیدی وجود دارد.	مقایسه کلیات ساختاری سامانه‌ها و عدم تحلیل محتوایی معیارهای ارزیابی.
تدوین ابزار ارزیابی ساختمان سبز برای کشورهای توسعه‌یافته؛ 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 و GBTool)	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, 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).

<p>گزینه‌های سامانه برتر و عدم بررسی جزئیات معیاری و محتوایی.</p>	<p>در مجموع ارزیابی‌ها LEED و BREEAM از بالاترین امتیاز برخوردار بوده و پس از آن‌ها، به ترتیب سامانه‌های CASBEE، HK- BEAM و Green Star قرار دارند.</p>	<p>مقایسه ۵ سامانه BREEAM (بریتانیا)، LEED (ایالات متحده)، CASBEE (ژاپن)، Green Star (استرالیا)، و HK-BEAM (هنگ کنگ)، و امتیازدهی آن‌ها در قالب ۹ سرفصل محبوبیت و نفوذ، در دسترس بودن، روش، قابلیت اجرا، فرآیند جمع‌آوری داده‌ها، اعتبار و صحت، کاربرد دوستی، توسعه، آرایه نتایج.</p>	<p>تحلیل مقایسه‌ای پنج سیستم رتبه‌دهی (ارزیابی) پایداری (۴)</p>
<p>ارایه راه‌کار اجرایی جهت افزایش تاثیر و ارتقا سامانه‌ها، و عدم تحلیل سامانه‌های موجود.</p>	<p>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.</p>	<p>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 به معنای طراحی و ساخت سازگار با محیط زیست)، و ابزار ارتباطی (به‌منزله ایجاد وسیله‌ای ارتباطی مابین تمامی دست‌اندرکاران ساختمانی).</p>	<p>تحلیل چارچوب‌های ارزیابی محیط زیستی ساختمان و آثار آن بر شاخص‌های پایداری (۵)</p>
<p>تحلیل سامانه‌های اصلی از منظر سیستم وزن‌دهی و راه‌کارهای تعمیم‌بخشی آن‌ها، (عدم تحلیل کلیات و معیارها).</p>	<p>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.</p>	<p>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، SBTTool، CASBEE، و Green Star، از منظر نحوه وزن‌دهی.</p>	<p>بررسی تطبیقی اولویت‌بندی موضوعات محیطی؛ LEED در مقابل دیگر سامانه‌های اصلی صدور گواهی‌نامه (۶)</p>
<p>مقایسه دو سامانه اصلی و اقتباسی و عدم امکان تعمیم نتایج آن.</p>	<p>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.</p>	<p>ارزیابی و امتیازدهی دو ساختمان مسکونی سبز، توسط دو سامانه LEED و ITACA.</p>	<p>مقایسه سیستم‌های رتبه‌بندی پایداری LEED و ITACA در ساختمان‌های مسکونی (۷)</p>
<p>تبیین روش و شاخص‌های اثرگذار بر وزن‌دهی، با تمرکز بر سه سرفصل.</p>	<p>وجود پیوند و ارتباطی پیوسته میان ضرایب تخصیصی و شاخص‌های منطقه‌ای در خصوص سه سرفصل ساخت‌گاه، آب و انرژی، در میان سامانه‌های مورد بررسی.</p>	<p>تخصیص ضرایب وزنی به سرفصل‌ها و بخش‌ها (معیارهای ارزیابی) در سامانه سریلانکا، و مقایسه وزن‌های تخصیص داده‌شده در این سامانه، با ۸ سامانه مختلف دنیا، از طریق بررسی تطبیقی میزان پیوستگی ضرایب تخصیصی با شرایط منطقه‌ای.</p>	<p>سامانه‌های رتبه‌بندی پایداری ساختمان؛ مطابقت و همبستگی (۸)</p>

<p>تبدیل سه سامانه، در تحلیل سه مقیاس مختلف، از منظر میزان انطباق آن‌ها با زمینه محلی (عدم تحلیل سامانه‌های هم‌مقیاس).</p>	<p>تبیین سه استراتژی جهت بازنگری سیستم‌های ارزیابی ملی یا بین‌المللی، در راستای لحاظ نمودن 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.</p>	<p>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 هنگ کنگ.</p>	<p>هم‌ساز نمودن (زمینه‌گرایی) سامانه‌های رتبه‌بندی ساختمان سبز با زمینه؛ نمونه موردی هنگ کنگ (۹)</p>	
<p>عدم بررسی محتوایی معیارها، ضرایب وزنی و اولویت‌گذاری آن‌ها در ساختار پیشنهادی</p>	<p>تاکید بر اهمیت مقایسه سامانه‌های موجود، و بهره‌گیری از چارچوب‌های مقایسه‌ای نظام‌مند و دارای جزئیات. وجود سرفصل‌های مشترک انرژی، آلودگی، محیط داخلی، مصالح و پس‌ماند، در تمامی سامانه‌ها.</p>	<p>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)</p>	<p>چارچوب مقایسه تفصیلی ابزارهای ارزیابی محیطی ساختمان (۱۰)</p>	
<p>تدوین سامانه برای عربستان (عدم آرایه نتایج حاصل از بررسی سامانه‌های موجود).</p>	<p>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. (از طریق تکنیک دلفی)</p>	<p>آزمون انطباق‌پذیری طرح‌های راهبردی بین‌المللی (مانند LEED و BREEAM) برای محیط ساخته‌شده عربستان سعودی. و شناسایی دسته‌ها و معیارهای ارزیابی قابل‌انطباق برای عربستان.</p>	<p>تدوین طرح ارزیابی ساختمان پایدار در عربستان سعودی؛ روش مشاوره‌ای دلفی (۱۱)</p>	
<p>بررسی موضوعی با تمرکز ویژه، تنها بر مبحث تصاعدات کربن.</p>	<p>در سامانه‌های ارزیابی موجود عمدتاً 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.</p>	<p>بررسی و تحلیل ویژگی‌ها و استانداردهای سامانه‌های LEED، BREEAM، 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.</p>	<p>گوناگونی ابزارهای ارزیابی محیط زیستی ساختمان در سنجش میزان تصاعدات کربن (۱۲)</p>	<p>گروه دوم - بررسی موضوعی معیارها و اجرای سامانه</p>
<p>بررسی موضوعی با تمرکز ویژه، تنها بر مبحث انرژی.</p>	<p>LEED در مقایسه با دیگر سامانه‌های مورد بررسی، دقیق‌تر و سخت‌گیرانه‌تر عمل نموده و ارزیابی را از روش بودجه</p>	<p>مقایسه دقیق روش ارزیابی مصرف انرژی در میان ۵ سامانه LEED، BREEAM، BEAM Plus، CASBEE، و ESGB</p>	<p>بررسی مصرف انرژی در سامانه‌های ارزیابی محیطی ساختمان (۱۳)</p>	

	<p>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.</p>	<p>(چین)، مبتنی بر معیارها و روش‌های ارزیابی، پارامترهای پیش‌فرض، مقیاس عملکردی، ابزارهای شبیه‌سازی مصوب، شاخص‌های عملکردی ارزیابی.</p>	
<p>بررسی موضوعی با تمرکز ویژه، تنها بر مبحث انرژی.</p>	<p>وجود تفاوت قابل توجه در نتایج ارزیابی عملکرد انرژی، در سامانه‌های مختلف (یک ساختمان که در Green Star رتبه بالایی از منظر کارایی انرژی دریافت نموده، توسط BREEAM در سطح پایین ارزیابی شده، و در سنجش توسط LEED در سطح غیرقابل قبول قرار گرفته‌است.)</p>	<p>تحقیق و بررسی ارزیابی عملکرد انرژی در سه سامانه LEED، BREEAM و Green Star، برای ساختمان‌های جدید اداری (نمونه موردی دبی).</p>	<p>مقایسه ارزیابی کارایی انرژی در بین سه سامانه LEED، BREEAM و Green Star (۱۴)</p>
<p>بررسی موضوعی و تمرکز ویژه تنها بر مبحث زباله‌های ساختمانی.</p>	<p>معیارهای دو سامانه Green Globes و ESGB عمدتاً بر کاهش تولید زباله و بهینه‌سازی مصرف مصالح تأکید دارند، در صورتی که سامانه‌های LEED، BREEAM و GBI اصول مرتبط با بازیافت و استفاده مجدد از زباله‌های ساختمانی را در فرآیند ساخت‌وساز مدنظر قرار می‌دهند.</p>	<p>مقایسه اهمیت نسبی الزامات و ضوابط مدیریت زباله‌های ناشی از ساخت‌وساز در میان ۵ سامانه LEED، BREEAM، ESGB (چین)، Green Globes (کانادا)، GBI (مالزی).</p>	<p>بررسی تطبیقی الزامات مدیریت پس‌ماند در میان پنج سامانه رتبه‌بندی ساختمان سبز، برای ساختمان‌های جدید مسکونی (۱۵)</p>
<p>بررسی موضوعی و تمرکز ویژه تنها بر مبحث انرژی.</p>	<p>ابزارهای متفاوت شبیه‌سازی، نتایج متفاوتی را در ارزیابی رقم می‌زند، که این نتایج مختلف، تأثیر اندکی بر نمره نهایی مختص به هر سامانه می‌گذارد. اما به‌علت وجود تفاوت در فرآیند ارزیابی BREEAM و LEED، نمره نهایی کسب‌شده توسط ساختمان در دو سامانه کاملاً متفاوت است.</p>	<p>ارزیابی میزان مصرف انرژی یک خوابگاه دانشجویی در لندن، از طریق سه نرم‌افزار شبیه‌سازی انرژی و بررسی تأثیرات آن‌ها بر نتایج نهایی BREEAM و LEED.</p>	<p>گوناگونی نتایج ابزارهای شبیه‌سازی انرژی ساختمان و تأثیر آن‌ها بر رتبه‌بندی BREEAM و LEED (۱۶)</p>
<p>بررسی موضوعی و تمرکز ویژه تنها بر مبحث کیفیت هوای داخلی.</p>	<p>متوسط سهم IAQ در سامانه، ۷،۵ درصد می‌باشد. سه آیتم تهویه مطبوع، کنترل منابع انتشار و سنجش هوای داخلی، سه مسیر اصلی در نظام‌های ارزیابی ساختمان سبز، بوده، که در اکثر سامانه‌ها لحاظ شده‌است.</p>	<p>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، در میان ۳۰ کشور دنیا.</p>	<p>الزامات کیفیت هوای داخلی گواهی‌نامه‌های ساختمان سبز (۱۷)</p>
<p>*- عناوین ستاره‌دار در تدوین مقاله حاضر و به‌خصوص در تدوین چهارچوب پیشنهادی معیارها، در مقایسه با دیگر مقالات ذکر شده، مورد استفاده بیش‌تری داشته‌اند.</p>			



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 هر سرفصل.

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

۶- محاسبه نمره و وزن هر معیار و همسان‌سازی اعداد (محاسبه از ۱۰۰).

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 هر سامانه).

امروزه سامانه‌های متعددی در دنیا وجود دارند که هر یک با رویکردی متفاوت به ارزیابی کارایی محیطی ساختمان می‌پردازند. در منابع موجود، این سامانه‌ها به‌طور عمده به دو دسته ابزارهای ارزیابی چرخه حیات (LCA) <sup>۱</sup> و سامانه‌های معیارمحور (CBT) <sup>۲</sup> تقسیم می‌شوند. سیستم‌های LCA سامانه‌هایی ذاتاً کمی هستند و عمدتاً بر مصرف انرژی، تصاعدات کربن و کربن نهفته تاکید دارند. اما سامانه‌های معیارمحور با پوشش دادن طیف وسیعی از مقولات پایداری، ارزیابی را بر مبنای معیارها و کیفی‌تر از دسته‌ی قبل انجام می‌دهند <sup>۳</sup> (۲، ۶). با توجه به این تقسیم‌بندی و هدف مقاله در راستای بررسی سامانه‌های ارزیابی پایداری ساختمان‌ها، در این

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 صرفاً در خصوص تدوین ساختار و چهارچوب مقایسه‌ای سامانه‌ها از منابع جدول ۱ استفاده شده است. علاوه بر مطالعات گفته‌شده در جدول ۱، 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 شده است. 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 بعضاً متناظر با موضوع پژوهش، با معرفی و حتی مقایسه و تحلیل سامانه‌ها همراه است، عمدتاً به سامانه‌های BREEAM و LEED و تا حدودی CASBEE اشاره شده است 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، کاملاً 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 مواجهه با مباحث پایداری تبیین شده است.

### روش انجام پژوهش

مبتنی بر موضوع پژوهش، به‌منظور شناخت گرایش غالب سامانه‌های مختلف، ساختار تحقیق بر مبنای رویکرد تطبیقی و مقایسه‌ای معیارهای ارزیابی و طبقه‌بندی آن‌ها پایه‌گذاری شده است. 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،

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)

پژوهش سامانه‌های LCA حذف شده و صرفاً سامانه‌های CBT که مورد تایید شورای ساختمان سبز جهانی هستند، تحلیل می‌شوند. برای انجام پژوهش ابتدا مبتنی بر اسامی ارایه شده در وب‌گاه شورای ساختمان سبز، فهرست کامل سامانه‌ها برداشت شده، (۱۷، ۱۸)، پس از غربال‌گری اولیه و حذف سامانه‌های منحصر به یک نوع ساختمان، محصولات و یا یک موضوع خاص (مثلاً فقط ارزیابی انرژی یا مصالح) و همچنین سامانه‌هایی که برای یک منطقه محدود جغرافیایی تعریف شده باشند، بالغ بر ۴۰ سامانه فعال، که اسامی آن‌ها در جدول ۲ قید شده، شناسایی و معرفی گردید. از آنجاکه تعداد بسیاری از این سامانه‌ها برگرفته از دو سامانه مهم و اصلی BREEAM و LEED هستند، برای دستیابی به نتایج برتر و مفیدتر، متکی بر سه معیار ۱- جامعیت سامانه، ۲- فراگیری و اثرگذاری و ۳- اصلی بودن (غیراقتباسی بودن)، طی غربال‌گری ثانویه در میان سامانه‌های فعال، در دسترس، قابل سنجش (برخوردار از روش‌های سنجش کمی) و جامع (دارای انواع نظام‌های ارزیابی متناظر با چرخه حیات)، مهم‌ترین و اصیل‌ترین سامانه‌ها گزینش شده‌اند. در میان سامانه‌های موجود

و به استناد معیارهای فوق شش سامانه BREEAM، LEED، CASBEE، DGNB، HQE و SBTool انتخاب شده‌اند. این شش سامانه علاوه بر فراگیری زیاد، برخورداری از ساختار نظام‌مند ارزیابی، جامعیت و پوشش دادن انواع نظام‌های ارزیابی و مهم‌تر از همه اصیل و غیراقتباسی بودن، به نوعی نماینده کلیه سامانه‌های موجود و مورد تایید شورای ساختمان سبز جهانی هستند. بیش‌تر سامانه‌های موجود نیز برگرفته و اقتباسی از سامانه‌های LEED یا BREEAM هستند. در جدول ۲ عناوین سامانه‌ها، به تفکیک سامانه‌های اصلی که خاستگاه و نماینده سامانه‌های اقتباسی هستند، نمایش داده شده است. شایان ذکر است سامانه‌هایی چون MINERGIE (سوئیس)، ساختمان سبز (سوئد)، GBL\_Three Star (چین)، LIDER A (پرتغال)، PromisE (فنلاند)، KLIMA (اتریش) و استانداردهای سبز<sup>۳</sup> (روسیه)، به دلیل برخورداری از ساختاری متفاوت نسبت به دیگر سامانه‌های متداول، و همچنین پوشش ندادن کلیه سرفصل‌های محیطی و سطح فراگیری متوسط، در زمره سامانه‌های منتخب قرار نگرفته؛ در جدول عنوان نشده‌اند.

جدول ۲- سامانه‌های اقتباسی و رابطه آنها با سامانه‌های اصلی (نگارندگان)

Table 2- Derivative systems and relation to original systems

سامانه‌های اقتباسی	سامانه‌های اصلی
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 (هنگ کنگ) - Pearl یا مروارید (امارات متحده عربی) - GREENSHIP (اندونزی) - G-SEED (کره جنوبی) - EEWH (تایوان) - LOTUS (ویتنام) - Trees (تایلند)	LEED یا BREEAM
BREEAM ES (اسپانیا) - BREEAM SE (سوئد) - BREEAM DE (آلمان) - REEAM NL (هلند) - BREEAM NOR (نروژ) - BREEAM AT (اتریش)	BREEAM
Indian LEED (IGBC) (هند) - GRIHA (هند) - LEED (برزیل) - LEED آرژانتین - LEED کانادا	LEED
AQUA (برزیل)	HQE
-	DGNB
-	CASBEE
SBTool PT (پرتغال) - SBTool CZ (چک) - VERDE (اسپانیا) - ITACA (ایتالیا)	SBTool

فرایند به جهت شناخت اهمیت نسبی هر معیار، ضرایب وزنی آن‌ها بررسی و برداشت شده است. 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 قرار گرفته است. در سامانه LEED که فاقد سیستم وزن دهی است، حداکثر نمره مختص به هر معیار، مبنای محاسبات قرار گرفته است. در سامانه HQE نیز با وجود آن که در آن صحبتی از ضرایب و وزن دهی به میان نیامده، اما با توجه به ارزش گذاری 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. به منظور مقایسه پذیر نمودن معیارها و جهت همسان سازی داده‌ها، کلیه امتیازها بر مبنای ۱۰۰ محاسبه شده است. بدین معنی که ضرایب سامانه DGNB که کل نمره آن از ۱۰۰ محاسبه شده، بدون تغییر باقی می‌ماند. سامانه‌های BREEAM و LEED که به سبب برخورداری از امتیاز تشویقی مجموع نمرات آن‌ها ۱۱۰ می‌باشد، و CASBEE که حداکثر نمره دریافتی آن ۵

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 با توجه به موارد فوق، سامانه‌های نهایی مورد ارزیابی در این مقاله شامل پنج سامانه BREEAM، LEED، CASBEE، DGNB و HQE هستند که مستند به داده‌های ارائه شده در جدول ۲ به نمایندگی از کلیه سامانه‌های موجود تحلیل و بررسی می‌شوند. در این پژوهش پس از معرفی سامانه‌های منتخب، در قالب مطالعات کتابخانه‌ای (جمع‌آوری منابع به روز و موثق نوشتاری و جستجو در پایگاه‌های معتبر اینترنتی)، با شناخت دقیق و موشکافانه معیارهای ارزیابی، ۱۱ موضوع اصلی، به عنوان سرفصل‌های ارزیابی برداشت شده‌اند. این سرفصل‌ها که خود در قالب سه دسته کلان گروه محیطی، اجتماعی و اقتصادی طبقه بندی شده‌اند، با ارایه چارچوبی مشترک، امکان مقایسه و بررسی معیارهای متنوع سامانه‌های مختلف را در یک قالب مشترک فراهم نموده‌اند. در این راستا سعی شده است با استفاده از روش تفسیری و تدابیر تحلیلی - مقایسه‌ای، معیارهای ارزیابی سامانه‌های موجود در قالب این ۱۱ سرفصل و چارچوب پیشنهادی، استخراج، طبقه بندی و جاگذاری شوند. در ادامه این

است، الگو و مرجعی برای تدوین سامانه در دیگر کشورها از جمله کانادا، سنگاپور، هنگ کنگ، 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 در حال استفاده؛ ۴- طرح‌ریزی محله‌ای/جوامع و ۵- خانه (شامل: ضوابط برای خانه‌های پایدار (CSH) و نشان کیفیت خانه (HQM) (۱۹).

LEED- Leadership in Energy and Environmental Design سرواژه‌ی عبارت LEED- Environmental Design به معنای مدیریت انرژی و طراحی محیطی است. این سامانه‌ی اختیاری توسط شورای ساختمان سبز آمریکا در سال ۱۹۹۸ 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- The Comprehensive Building Environmental for Assessment System سرواژه‌ی عبارت CASBEE- Building Environmental for Assessment System 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 مسائل و

است و همچنین نمرات HQE با حفظ تناسب آن، مجدداً 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 (به صورت 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، صرفاً 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 بر مبنای 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، صرفاً 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 LEED، BREEAM، 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 جدول ۳ ارایه می‌شود.

BREEAM- 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 (BRE)<sup>۱</sup> در کشور بریتانیا تدوین گردید. این سامانه، که دارای طولانی‌ترین پیشینه در جهان

2- Code for Sustainable Homes  
3- Home Quality Mark

1- Building Research Establishment

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 für Nachhaltiges Bauen به معنای شورای ساختمان پایدار آلمان<sup>۵</sup> است که در همکاری نزدیک با وزارت فدرال حمل‌ونقل، ساختمان و امورات شهری آلمان<sup>۶</sup> (BMVBS) در سال ۲۰۰۷ بنیان شد. کانسپت پایداری سامانه DGNB بر مدل سه‌گانه 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. به طور 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 به معنای 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- سرتیوه<sup>۱</sup> (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

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<sup>۱</sup> 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)، که نشان‌گر کیفیت محیط ساخته‌شده‌است، بهبود تسهیلات زندگی برای کاربران ساختمان را در فضای محصور فرضی (مالکیت خصوصی) ارزیابی می‌کند و L (بار)، نماینده بار محیط ساخته‌شده، جنبه‌های منفی تاثیرات محیط زیستی را فراتر و بیرون از فضای محصور فرضی (مالکیت عمومی) می‌سنجد. از هم‌نهی 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<sup>۴</sup> 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)؛

- 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)

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 تحت پوشش، پ) سرفصل و معیارهای ارزیابی و ت) فرآیند نمره‌دهی، ارزیابی و رتبه‌بندی؛ بیان شده‌است.

(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 قرار گرفته‌است. اهداف ۱۴ گانه ارزیابی در قالب چهار سرفصل محیط، انرژی، رفاه و سلامتی در این سامانه ارایه می‌شود، که در جدول معرفی شده‌است (۲۳).

جدول ۲- خلاصه اطلاعات سامانه‌های منتخب: HQE, DGNB, CASBEE, LEED, BREEAM, LEED, CASBEE, DGNB, HQE  
Table3. Summary of selected rating systems: BREEAM, LEED, CASBEE, DGNB, HQE

HQE	DGNB	CASBEE	LEED	BREEAM
الف- اطلاعات پایه سامانه				
فرانسه	آلمان	ژاپن	ایالات متحده	بریتانیا
۱۹۹۶	۲۰۰۷	۲۰۰۱	۱۹۹۸	۱۹۹۳
HQE	شورای ساختمان سبز آلمان	شورای ساختمان سبز ژاپن (JGBC) اکسپریم	شورای ساختمان سبز آمریکا	مؤسسه تحقیقات ساختمان شورای ساختمان سبز
اصلی	اصلی	اصلی	BREEAM	اصلی
داوطلبانه	داوطلبانه	داوطلبانه	داوطلبانه	داوطلبانه/ اجباری
بین‌المللی	بین‌المللی	بین‌المللی	بین‌المللی	ملى / بین‌المللى
انطباق‌پذیر	انطباق‌پذیر	انطباق‌پذیر	انطباق‌پذیر	انطباق‌پذیر (قلیبت‌تعمیم)
ب- نظام‌های ارزیابی و کاربری‌های تحت پوشش				
بخش غیر اقامتی - مسکن ترکیبی - مسکن مجزا	ساختمان‌های جدید - ساختمان‌های موجود - شهر	پیش‌طراحی - ساختمان‌های چندپلاچاند - ساختمان‌های موجود - بازسازی	طراحی و احداث - فقه‌های داخلی - توسعه، منجمه - بهره‌برداری و نگهداری - ختمه	انواع نظام‌های ارزیابی - ساختمان‌های جدید - بازسازی و دکوراسیون - جامع - ساختمان‌های در حال استفاده - فرایند برای ختمه‌های پایدار
کلید کاربری‌ها	کلید کاربری‌ها	کلید کاربری‌ها	کلید کاربری‌ها	کلید کاربری‌ها
پ- سرفصل و معیارهای ارزیابی (ساختمان‌های توسط)				
سرفصل‌ها - اهداف ۱۴ گانه - زیراهداف - معیارهای ارزیابی	۶ بخش درون و بیرون مجزوده فرقی - ۱۰ تیمهای اصلی - ۱۰ تیمهای مسانی - معیارهای ارزیابی	دو بخش درون و بیرون مجزوده فرقی - ۱۰ تیمهای اصلی - ۱۰ تیمهای مسانی - معیارهای ارزیابی	سرفصل‌ها - معیارهای ارزیابی	سلسله مراتب ارزیابی - بخش‌های محیطی - موضوعات ارزیابی - معیارهای ارزیابی
۴ سرفصل و ۱۴ هدف	۲ دسته و ۶ سرفصل	۳ سرفصل	۱۰ سرفصل	تعداد سرفصل‌ها
۱- معیار زیست (سایت) اجزا / کارگزار آب / زمانه / نگهداری ۲- انرژی (انرژی) ۳- رفاه (اسایش) حرارتی - رطوبتی / آسایش صوتی / آسایش بصری / آسایش بویایی ۴- سلامتی (کیفیت فضایی / کیفیت هوا / کیفیت آب)	شامل: محیط داخلی (۰،۴) - Q، کیفیت محیطی (۰،۳) کیفیت خدمات (۰،۳) و محیط بیرونی سایت (۰،۳) شامل: انرژی (۰،۴) - L.R، کاهش بارهای محیطی و مصالح و متلع (۰،۳) و محیط خارج از سایت (۰،۳)	شامل: محیط داخلی (۰،۴) - Q، کیفیت محیطی (۰،۳) کیفیت خدمات (۰،۳) و محیط بیرونی سایت (۰،۳) شامل: انرژی (۰،۴) - L.R، کاهش بارهای محیطی و مصالح و متلع (۰،۳) و محیط خارج از سایت (۰،۳)	۱- سرفصل انرژی و جو (۱۵) انرژی (۱۵) بوم‌شناسی و استفاده از زمین (۱۰) - سلامتی و رفاه (۱۵) - مصالح (۱۴،۵) - آب (۷) - مدیریت (۱۲) - آلودگی (۱۰) - حمل‌ونقل (۹) - پس‌مکد (۸،۵) - خلافت	سرفصل‌های ارزیابی و ضرایب وزنی ازها - بوم‌شناسی و استفاده از زمین (۱۰) - سلامتی و رفاه (۱۵) - مصالح (۱۴،۵) - آب (۷) - مدیریت (۱۲) - آلودگی (۱۰) - حمل‌ونقل (۹) - پس‌مکد (۸،۵) - خلافت
پیش‌تیز (اجباری) / اصلی	پیش‌تیز (اجباری) / اصلی	پیش‌تیز (اجباری) / اصلی	پیش‌تیز (اجباری) / اصلی	پیش‌تیز (اجباری) / اصلی

ادامه جدول ۳

ت-فرآیند نمره‌دهی، ارزیابی و رتبه‌بندی (ساختارهای نوساز) **					
به هر سرفصل ضربی معیار تطابق می‌گیرد	ضرب در معیار ضرب می‌شود	ضرب در معیار ضرب می‌شود / برای انواع ساختمان ضراب متفاوت تعریف شده	بندون ضراب	از قبل ضراب گذاری شده / (ضراب در نمره سرفصل ضرب می‌شود) / سیستم وزن‌دهی مثبت	انضام ضراب (وزن‌دهی)
جمع نمرات به تفکیک ۴ سرفصل - محاسبه در قالب دو سطح HIP, P- اعمال ضراب	جمع اعداد و انضام ضراب	محاسبه نمره هر بخش - محاسبه میزان CO2	جمع ساده اعداد	از جمع معیارها نمره کلی به دست می‌آید	محاسبه نمره
- مجموع تعداد ستارهای اکتسابی در هر گروه، (۴ ستاره در ۴ گروه=۱۶)	- محاسبه نمره به درصد	- در یافت ستارهای سبز بر مبنای میزان چرخه حیات CO2	یک نمره واحد کلی از ۱۰۰	یک نمره واحد کلی از ۱۰۰	جمع‌بندی نهایی
۵ سطح	۳ سطح (ساختمان‌های جدید)	۵ سطح	۴ سطح	۵ سطح	تعداد سطوح رتبه‌بندی
- استثنایی؛ دریافت ۱۲ ستاره یا بیش‌تر (حداکثر ۱۶) (و دریافت حداقل ۳ ستاره برای سرفصل انرژی) - عالی؛ دریافت ۱۰، ۱۱، ۱۲ ستاره - خیلی خوب؛ کسب ۷، ۸، ۹ ستاره - خوب؛ دریافت ۴، ۵ ستاره - قبول؛ رعایت تمام پیش‌نیازها	- پلاکین؛ حداقل ۸۰٪ کل نمره و حداقل ۵٪ 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)	- عالی (S)؛ ستاره قرمز - $Q = \text{BEE} / 5$ ؛ ۳۰٪ - بسیار خوب (A)؛ ۴ ستاره قرمز - $\text{BEE} < 3$ ؛ ۱، ۲ ستاره قرمز - خوب (B)؛ ۳ ستاره قرمز - $\text{BEE} < 1.5$ ؛ ۱ ستاره قرمز - نسبتاً ضعیف (B-)؛ ۲ ستاره قرمز - $1.0 < \text{BEE} < 1.5$ ؛ ضعیف - $0.5 > \text{BEE}$ ؛ ۱ ستاره قرمز	- پلاکین (بیش از ۸۰٪) - طلا (۶۵٪ - ۷۹٪ امتیاز) - نقره (۵۰٪ - ۵۹٪ امتیاز) - معتبر (دارای مدرک) (۴۹٪ - ۴۰٪ امتیاز)	- فوق‌العاده $\leq 85\%$ - عالی $\leq 70\%$ - خیلی خوب $\leq 55\%$ - خوب $\leq 45\%$ - قبول $\leq 30\%$	سطح‌بندی (رتبه‌بندی)
تعداد ستارها به تفکیک ۴ سرفصل انرژی، محیط، رفاه، سلامت	نشان گواهی نامه - نمره کل	نمره و نمودار BEE سطوح A تا S تعداد ستاره‌های سبز تعداد ستاره‌های قرمز	نشان گواهی نامه - نمره کل	نشان گواهی نامه - نمره کل نمره به تفکیک هر سرفصل	موارد مندرج در گواهی نامه
- نتیجه نهایی (مجموع ستارها)	۲۷)	۲۶)	۲۵)	۲۴)	مرجع داده‌ها

\*\* به جهت پیش‌گیری از بروز آکنده‌گی 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 الزام شده و ملاک عمل قرار گرفته است.  
\*\*\* عنوانین ذکر شده دقیقاً همان نام‌های قبلی‌شده در سامانه‌ها می‌باشد.

### 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 در خصوص داده‌های مرتبط با کاربری غیرمسکونی، معیارها و ضرایب این نوع ساختمان در روند مقایسه و تحلیل ملاک عمل قرار گرفته‌است 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 قالب کلی سنجش می‌شوند. به عنوان مثال در سامانه DGNB، کیفیت اقتصادی، محیطی و فنی به‌دست آمده از بهره‌وری و صرفه‌جویی انرژی سنجیده می‌شود و ارزیابی انرژی به صورت منفک و مجزا صورت نمی‌گیرد؛ در حالی که سرفصل انرژی یکی از

اصلی‌ترین سرفصل‌های سه سامانه LEED، BREEAM 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 گرفته‌است. 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. به عبارتی 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 تأثیرات 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 تأثیرات معیارها تجلی می‌یابد. بدین معنی که محدوده‌ی اثرگذاری عمده معیارهای سامانه‌های جزنگر BREEAM و LEED شهر/منطقه بوده، این در حالی است 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 تأثیرات 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 حالی که اغلب معیارهای سه سامانه جزنگر BREEAM، LEED، و HQE از آن‌جا که نحوه



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 ارزیابی 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 قرار گرفته است.

مصرف و استفاده از منابع را مد نظر دارند، عمدتاً 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 گام‌برداری 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

### جدول ۴- سرفصل‌های ارزیابی پایداری، منطبق با سه جنبه معماری پایدار (نگارندگان)

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

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

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 LEED دارای ساختار شکست معیاری بیش‌تری هستند، آخرین رده‌های ارزیابی آن‌ها (مانند آیتم‌های میانی و زیرهدف‌ها) نیز مورد تحلیل واقع شده‌است.

طبقه‌بندی صحیح معیارها، تنها از طریق مطالعه و بررسی دقیق تمامی گروه‌های معیاری و زیرگروه‌ها امکان‌پذیر است و نمی‌توان مقایسه را صرفاً 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

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

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

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

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؛ مثلاً 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 جدیداً 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 ۱۵ و 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 ۲۷٫۳ درصد 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 (نمودار ۱). اهمیت زیاد این سرفصل در سامانه‌های LEED و HQE نه‌تنها نشأت‌گرفته از نیازها و الزامات برخاسته از شرایط منطقه‌ای

به‌منظور شناخت اهمیت نسبی هر معیار، در هر سامانه باید نمره و ضریب وزنی آن معیار بررسی و برداشت شود. در جدول ۳ (در پراتز 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 و HQE، که دارای نمره و ضریب وزنی است، حداکثر نمره هر معیار در ضریب وزنی سرفصل آن معیار ضرب شده و ملاک سنجش قرار گرفته 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 کاملاً 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 با توجه به تخصیص ضرایب، در اینجا حداکثر نمره هر معیار در ضریب وزنی سرفصل آن معیار ضرب شده و مبنای سنجش قرار گرفته است.

۲- سامانه HQE ساختاری کاملاً متفاوت، با دیگر سامانه‌ها دارد. بدین معنی که پس از نمره‌دهی معیارها سطح هر هدف به‌طوری 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. بدین معنی که ضریب وزنی ۶ 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 هدف ۱ (حاصل تقسیم ۴ ستاره به ۴ هدف)، در سرفصل سلامتی که دارای ۳ هدف است، ضریب وزنی هر هدف ۱٫۳۳ (حاصل تقسیم ۴ ستاره به ۳ هدف) و در سرفصل انرژی، با یک هدف، ضریب وزنی آن معادل ۴ (حاصل تقسیم ۴ ستاره به ۱ هدف)، برآورد می‌گردد. و در نتیجه امتیاز هر معیار بر مبنای اعمال این ضرایب بر حداکثر نمرات تخصیصی آن، محاسبه گشته است.

است، که علاوه بر آن جهت و رویکرد این دو سامانه را در بهینه‌سازی مصرف انرژی، نمایان می‌سازد. از سوی دیگر نباید پایین بودن سرفصل انرژی در سامانه DGNB را پای توجه نکردن به این موضوع یا نبود چنین اولییتی 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 ارائه‌شده در جدول ۶ صورت گرفته‌است.

جدول ۶- ساختار مقایسه‌ای معیارهای انرژی (ماخذ: نگارندگان)

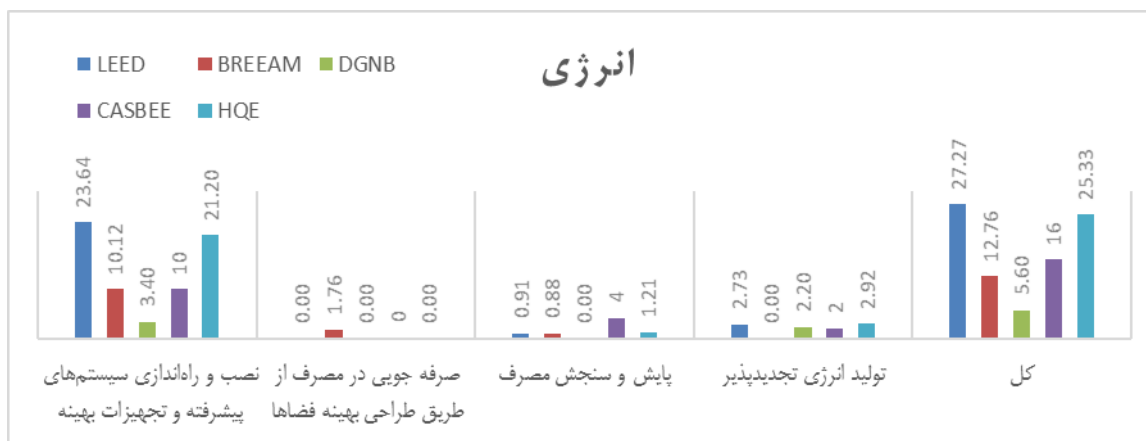
Table 6- Comparison structure of Energy criteria

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

نمودار ۱ نحوه توزیع و ضرایب متعلق به معیارهای هر سامانه را نشان می‌دهد. متکی بودن عمده معیارهای سرفصل انرژی در سامانه LEED بر نصب و راه‌اندازی سیستم‌های پیشرفته و تجهیزات بهینه، تاکید زیاد آن به راه‌حل‌های تکنیکی و عمدتاً 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 تکنولوژی محور بودن این سامانه صحنه می‌گذارد. سامانه HQE نسبت به دیگر سامانه‌ها توجه بیشتری به صرفه‌جویی در مصرف انرژی با طراحی جزئیات معماری و طراحی بهینه فضاها دارد و حتی در فهرست معیاری آن،

ریزه‌هدف 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. 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.



نمودار ۱- مقایسه نسبت وزنی انرژی، در میان سامانه‌های منتخب، به تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

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

## ۲-۲- آب

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 ارائه 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 مزمین ناشی از استفاده از این آب‌ها نیز در سرفصل معیاری HQE گنجانده شده‌است.

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 (نمودار ۲). 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 ارائه‌شده در جدول ۷ صورت گرفته‌است.

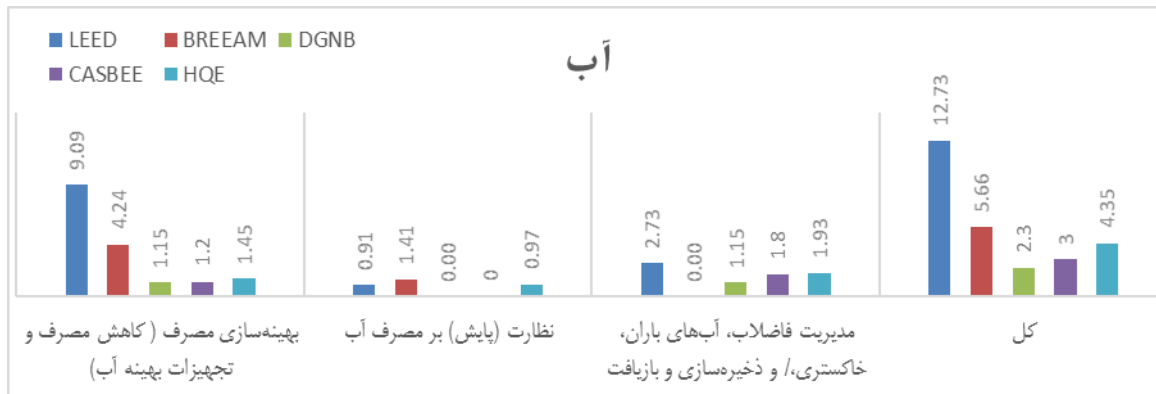
## جدول ۷- ساختار مقایسه معیارهای آب (ماخذ:

نگارندگان)

Table 7- Comparison structure of Water criteria

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

سطح بالای تنش آبی در ایالات متحده، بالا بودن ضریب وزنی آب در سامانه LEED را توجیه می‌کند. (نمودار ۲) در این



نمودار ۲- مقایسه نسبت وزنی آب در میان سامانه‌های منتخب به تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

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

### ۲-۳- ساخت‌گاه و اکولوژی

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 ارائه شده در جدول ۸ صورت گرفته است.

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 (نمودار ۳). پایین بودن این میزان دلیل بر بی‌اهمیتی آن در DGNB نیست بلکه این آیت به عنوان موضوعی مجزا در روند ارزیابی این سامانه مطرح می‌شود و علی‌رغم محاسبه امتیاز آن، در جمع نمرات کل لحاظ

### جدول ۸- ساختار مقایسه معیارهای ساخت‌گاه (ماخذ: نگارندگان)

Table 8. Comparison structure of Site criteria

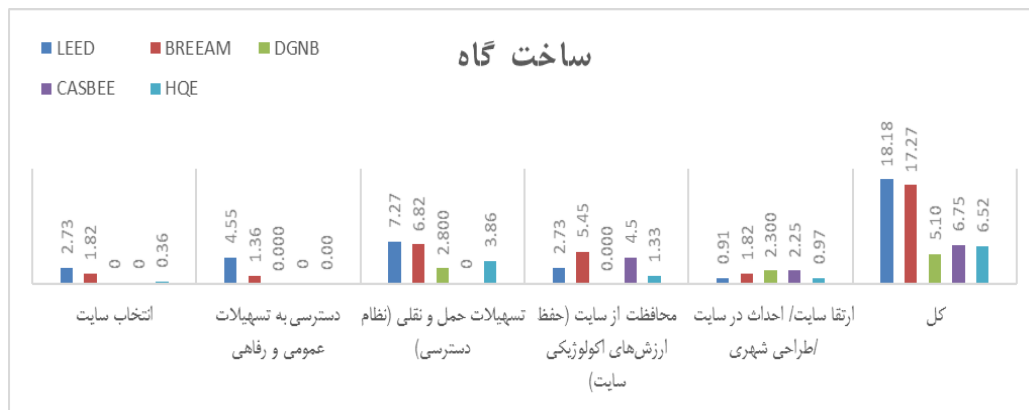
معیارهای ارزیابی	زیرمعیار	الف
موقعیت و شرایط ساخت‌گاه	۱ انتخاب ساخت‌گاه (انتخاب سایت‌های از پیش توسعه‌یافته، شرایط جغرافیایی و مخاطرات سایت و ادراک نسبت به زمین)	ب
	۲ دسترسی به تسهیلات عمومی و رفاهی	
	۳ تسهیلات حمل‌ونقل اطراف سایت (مدیریت روش‌های سفر، حمل‌ونقل عمومی، پارکینگ، تسهیلات دوچرخه‌سواری، خودروهای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

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 قابل توجه در معیارهای مرتبط با نظام حمل‌ونقل در سامانه

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 در صورت قرارگیری بنا در محدوده برخوردار از تسهیلات موردنیاز خودبه‌خود بخشی از سفرهای درون‌شهری

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.

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 لحاظ نمودن آیتم انتخاب سایت سعی دارند تا مالکان ساختمانی را به انتخاب سایت‌های پیش توسعه یافته تشویق نمایند. DGNB علاوه بر



نمودار ۳. مقایسه نسبت وزنی ساخت‌گاه در میان سامانه‌های منتخب به تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

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

#### ۲-۴- بارهای محیطی

۴۵٪ کم‌ترین سهم وزنی معیارهای این سرفصل را به خود اختصاص داده است (نمودار ۴). از آن‌جا که امتیازدهی در CASBEE بر مبنای سنجش میزان بهره‌وری محیط و از حاصل تقسیم کیفیت محیطی بر بارهای محیطی به دست 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 ارائه شده در جدول ۹ صورت گرفته است.

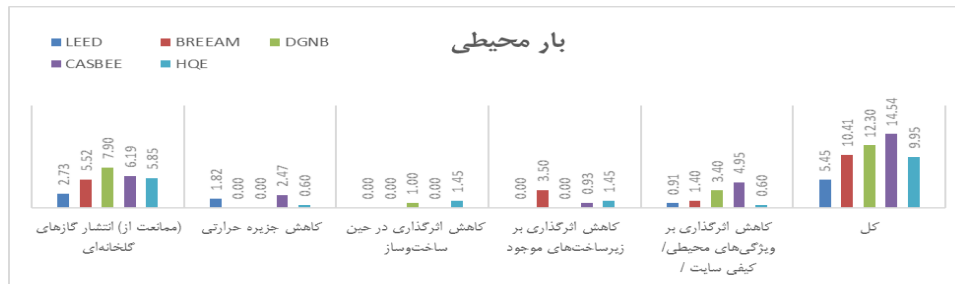
در سرفصل بارهای محیطی میزان آلودگی محیط (آلودگی هوا، خاک و آب) ارزیابی می‌شود. موضوعاتی چون انتشار و تصاعدات آلاینده‌ها، آلودگی نوری، ایجاد رواناب و جاری شدن آب‌های سطحی، بارهای ترافیکی تحمیل شده به محله و شهر (ناشی از احداث ساختمان) و... در این سرفصل جای می‌گیرند. مقیاس اثرگذاری آلاینده‌های محیطی فراتر 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

#### جدول ۹- 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 مخمل 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 شده است.



نمودار ۴. مقایسه نسبت وزنی بار محیطی در میان سامانه‌های منتخب به تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

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

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 (نمودار ۵). وجود راهنمای معیار سبز آن‌لاین بارگذاری شده 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 ارائه شده در جدول ۱۰ صورت گرفته است.

جدول ۱۰- ساختار مقایسه معیارهای مصالح (ماخذ: نگارندگان)

Table 10. Comparison structure of Material criteria

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

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 (نمودار ۴). 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 حفاری شده ارائه می‌دهد. در سامانه LEED نیز معیاری الزام‌آور با عنوان 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 نشده است. در مبحث کاهش اثرگذاری بر زیرساخت‌های موجود عمدتاً بر کاهش بارهای ناشی از تخلیه آب باران و فاضلاب و رواناب‌های سطحی تاکید شده است. هرچند در سامانه CASBEE، میزان بارهای ترافیکی تحمیل شده به محیط ناشی از حضور ساختمان نیز سنجش و کنترل می‌شود.

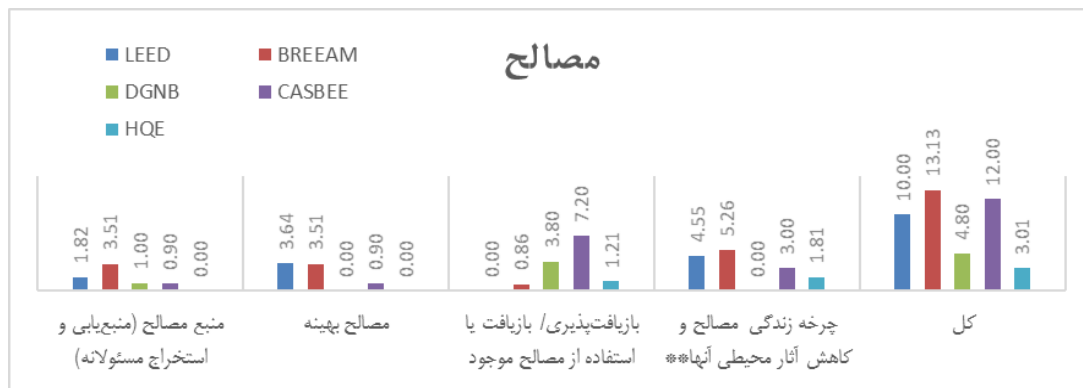
## ۲-۵- مصالح

در میان پنج سامانه، BREEAM با ۱۳/۱٪ بیش‌ترین نسبت و سامانه HQE با ۳٪ کم‌ترین سهم وزنی معیارهای این



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 با عنوان ذخیره‌سازی و جمع‌آوری مصالح قابل بازیافت وجود دارد؛ اما با توجه به پیش‌نیاز بودن و عدم تخصیص نمره به آن، در نمودار محاسبه درصد وزنی لحاظ نشده است. 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.

در میان پنج سامانه، تنها در سه سامانه LEED، BREEAM و DGNB به‌طور کامل موضوع مهم منبع‌یابی و نحوه استخراج مصالح مورد پردازش قرار گرفته است. CASBEE در این باره صرفاً 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 شده است. 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



نمودار ۵. مقایسه نسبت وزنی مصالح در میان سامانه‌های منتخب به تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

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

کم‌ترین سهم می‌باشد. مطابق نمودار ۶، BREEAM با ۶۸٪/۸۷ بیش‌ترین نسبت و CASBEE با ۳۰٪/۳ کم‌ترین سهم وزنی معیارهای این سرفصل را به خود اختصاص داده است. مقایسه معیارهای سرفصل پس‌ماند منطبق با ساختار پیشنهادی ارائه‌شده در جدول ۱۱ صورت گرفته است.

جدول ۱۱- ساختار مقایسه معیارهای پس‌ماند (ماخذ:

نگارندگان)

Table 11- Comparison structure of Waste criteria

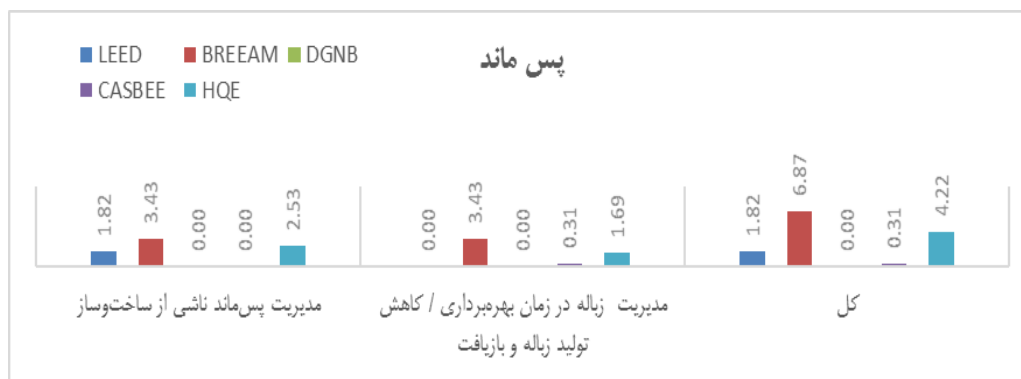
معیار ارزیابی	
الف	مدیریت پس‌ماند ناشی از ساخت‌وساز
ب	مدیریت زباله در زمان بهره‌برداری / کاهش تولید زباله و بازیافت

## ۲-۶- پسماند

معیارهای بخش مصالح و پس‌ماند دارای همپوشانی زیادی هستند، به‌همین دلیل است که در بسیاری از سامانه‌ها، از جمله LEED، پس‌ماند و مصالح در قالب یک سرفصل ارائه شده؛ فقط در سامانه‌های BREEAM و HQE سرفصلی مجزا برای پس‌ماند لحاظ شده است. 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 ارائه می‌شود. به‌طور کلی در میان تمامی سرفصل‌های ارائه‌شده، سرفصل پس‌ماند دارای

BREEAM در خصوص 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؛ بدین طریق 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.

در میان سامانه‌های BREEAM، LEED و HQE، که معیارهایی برای مدیریت پس‌ماند ناشی از ساخت‌وساز ارایه داده‌اند، HQE با جزئیات 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 در خصوص 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.



نمودار ۶- مقایسه نسبت وزنی پس‌ماند، در میان سامانه‌های منتخب، به تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

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

#### گروه دوم - موضوعات اجتماعی-فرهنگی

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

دست‌اندرکاران ساختمانی ارزیابی می‌نمایند. مباحث مرتبط با آسایش و رفاه کاربر در کلیه سامانه‌ها به‌طور کامل لحاظ شده‌است؛ اما در این میان HQE تعداد معیارهای بیش‌تری را با جزئیاتی 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 جزئیات 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 به‌طور مجزا قید

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 نمودار ۷، 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 جدول ۱۲ صورت گرفته است. سامانه LEED تنها سامانه‌ای است که کیفیت هوا را در طول دوره ساخت‌وساز جهت سلامت کارگران و دیگر

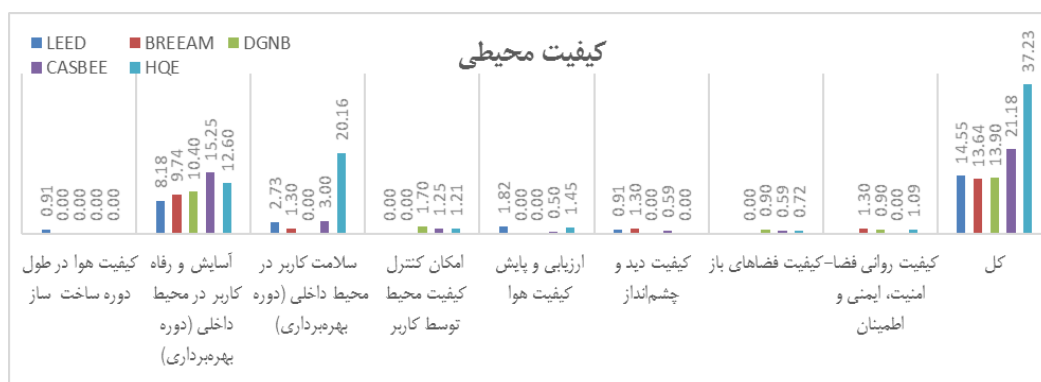
شده‌است. سامانه HQE همچنین به موضوعات مرتبط با سلامت کاربر (سلامت فضا، هوا و آب) توجه ویژه‌ای نشان داده و مباحث مرتبط با آن را به تفصیل ارزیابی می‌نماید. در سامانه LEED و CASBEE معیاری جهت کنترل دود سیگار در محیط داخلی عنوان شده‌است. درباره‌ی امکان کنترل کیفیت

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.

### جدول ۱۲- ساختار مقایسه معیارهای کیفیت محیطی (ماخذ: نگارندگان)

Table 12- Comparison structure of Enviromental Quality criteria

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



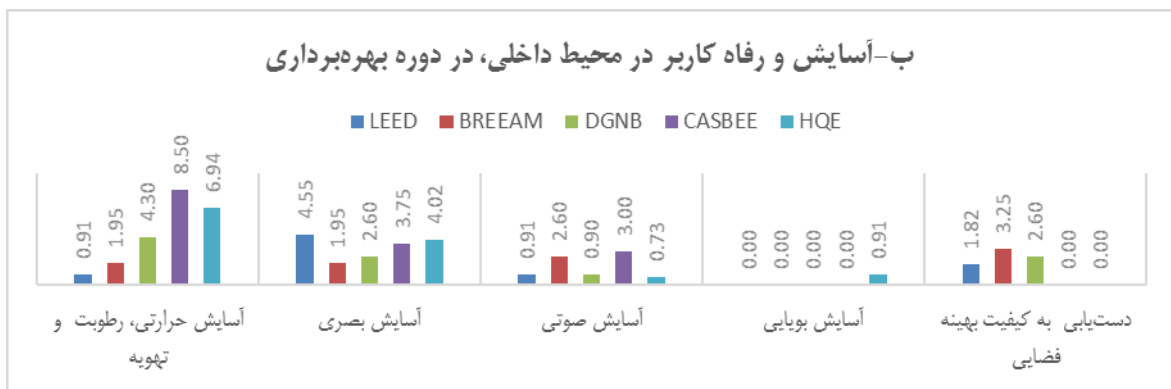
نمودار ۷- مقایسه نسبت وزنی کیفیت محیطی در میان سامانه‌های منتخب به تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

Figure 7- Comparison of Enviromental 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 کم‌تصادد، ارزیابی می‌گردد.

HQE و با طرح دو معیار شناسایی و کاهش اثرات منابع بو و ممانعت از انتشار بوهای بد گازه‌های گلخانه‌ای لحاظ شده است. لازم به توضیح است در چارچوب ارایه شده، 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.

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 لحاظ نمودن 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



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

پیشنهادی ارایه شده در جدول ۱۳ صورت گرفته است. در سامانه‌های مختلف، معیارهای متنوعی جهت ارزیابی ساختمان از منظر اجتماعی- فرهنگی ارایه شده است. 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

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 (نمودار ۹). دو سامانه BREEAM و LEED در این باره معیاری ارایه نمی‌دهند. مقایسه معیارهای سرفصل اجتماعی- فرهنگی- فضایی، منطبق با ساختار

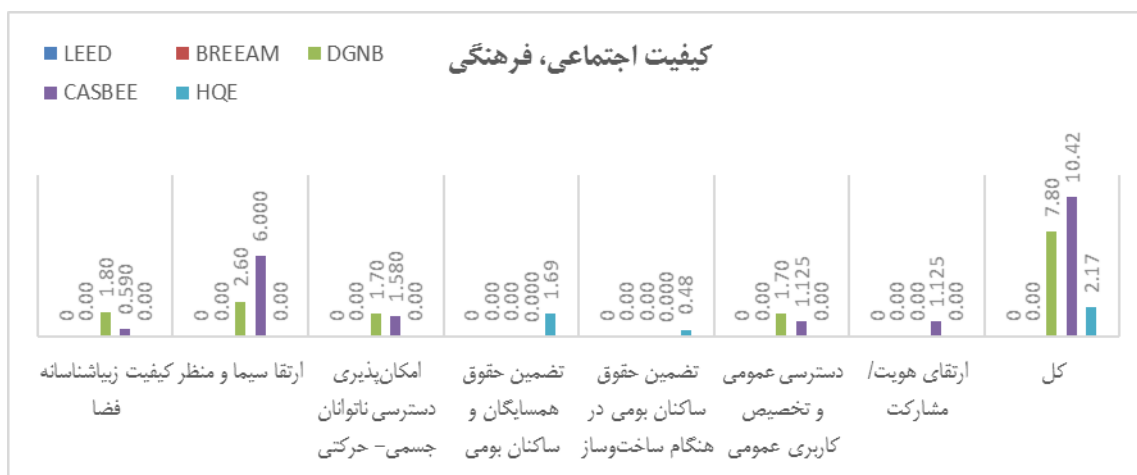
برای برخورداری از خورشید و نور طبیعی، آرامش، منظر و کیفیت بهداشتی در دوره بهره‌برداری و همچنین کاهش مزاحمت‌های صوتی و بصری و توجه به نظافت کارگاه را در دوران احداث بنا ارزیابی می‌کنند.

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 ارائه می‌دهد. این معیارها تضمین حق ساکنان بومی

### 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)
	کیفیت محیطی فضا
	کیفیت روانی-فضایی محیط
ب	ارتقا کیفیت و جذابیت فضا (ایجاد فضاهای خوشایند و جذاب)
	کیفیت زیباشناسانه فضا
	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 به تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ:

نگارندگان)

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

## گروه سوم- موضوعات اقتصادی و مدیریت

## ۹-۲- کیفیت فنی و عملکردی

در سرفصل کیفیت فنی و عملکردی، توانایی فنی ساختمان، قابلیت سرویس دهی و ارائه خدمات، شرایط نگهداری و تعمیر و انعطاف پذیری کارکردی- کالبدی بنا مورد سنجش واقع می شوند. 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 پیش تر با عنوان جزنگر و کلنگر طرح گردید؛

این تفاوت را به خوبی توجیه می نماید. به عبارتی از آنجا که ساختار دو سامانه کلنگر CASBEE و DGNB بر مبنای سنجش ویژگی‌ها و قابلیت‌های ساختمان پایه ریزی شده است؛ 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 شده است. همچنین توجه به الزامات فنی برای صرفه جویی در مصرف انرژی در سرفصل انرژی دو سامانه BREEAM و LEED نیز مستتر است که در این مقاله در جایگاه سرفصل انرژی طبقه بندی شده است. مقایسه معیارهای سرفصل کیفیت عملکردی و خدمات منطبق با ساختار پیشنهادی ارائه شده در جدول ۱۴ صورت گرفته است.

## جدول ۱۴- ساختار مقایسه معیارهای کیفیت فنی و عملکردی (ماخذ: نگارندگان)

Table 14- Comparison structure of Technical and Functional Quality criteria

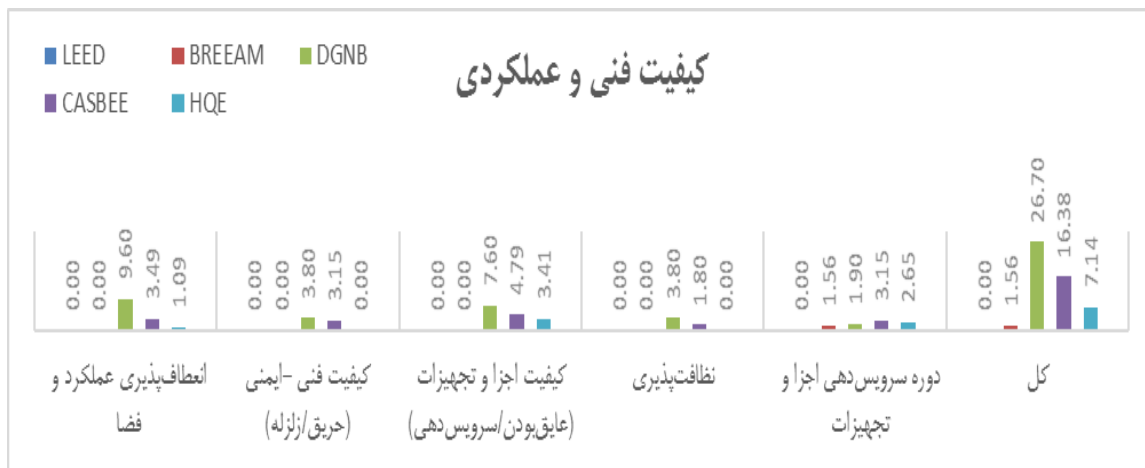
معیار ارزیابی	زیرمعیار
الف کیفیت کارکردی فضاها/ انعطاف پذیری فضایی	۱ انعطاف پذیری عملکرد و فضا (چندعملکردی بودن: انعطاف در سازه و فضا/ مفید بودن ابعاد فضا)
ب کیفیت خدمات و اجزا	۱ کیفیت فنی-ایمنی (حریق/ زلزله)
	۲ کیفیت اجزا و تجهیزات (عایق بودن/ کیفیت سرویس دهی)
پ نگهداری ساختمان	۱ نظافت پذیری
	۲ دوره سرویس دهی اجزا و تجهیزات (انطباق پذیری، تجدیدپذیری و تسهیل تعمیر و نگهداری)

در سامانه CASBEE و DGNB نگاه ویژه‌ای به کیفیت‌های کارکردی فضاها صورت گرفته است. 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 انعطاف پذیری و انطباق پذیری (در زیرمجموعه سرفصل کیفیت اقتصادی آن) طرح شده است. این معیار با ارائه شاخص‌هایی از جمله انعطاف پذیری 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 لرزه خیزی 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 زمین لرزه، 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

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 جزئیات و گزینش محصولات و فرایندهای اجرایی اشاره دارد. این در حالی است که در سامانه BREEAM در این راستا، صرفاً به ارایه معیار مراقبت بعدی، بسنده شده‌است.

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 جزئیات اجرایی به منظور افزایش نظافت‌پذیری اجزا و فضاها ارایه نموده‌است. تعمیر و نگهداری از موضوعاتی است که به ترتیب درصد وزنی در چهار سامانه HQE، CASBEE، 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



نمودار ۱۰- مقایسه نسبت وزنی کیفیت فنی و عملکردی، در سامانه‌های منتخب به تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ:

نگارندگان)

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

## ۱۰-۲- کیفیت اقتصادی

در مصرف آب، انرژی، مصالح و... قطعاً 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 جدول ۱۵ صورت گرفته‌است.

سرفصل کیفیت اقتصادی شامل موضوعاتی است که به‌طور 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 DGNB با درصد وزنی ۱۲/۸٪ و پس از آن با اختلاف زیاد در BREEAM با درصد وزنی ۲/۰۸٪ لحاظ شده‌است (نمودار ۱۱). بدیهی است رعایت معیارهای مرتبط با صرفه‌جویی

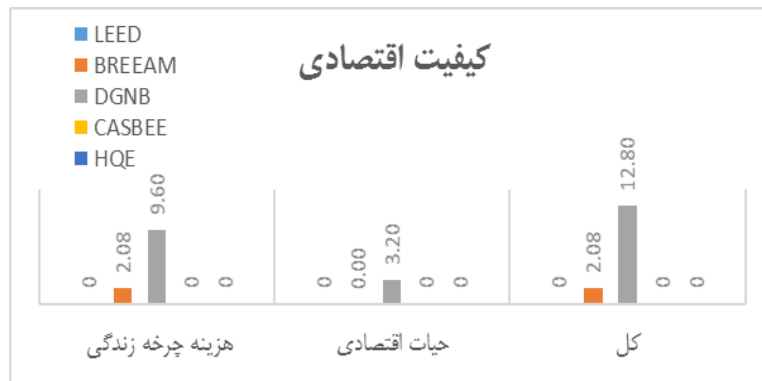
هزینه‌های کل چرخه زندگی تاکید می‌نماید. یکی از نکات ویژه سامانه DGNB علاوه بر لحاظ نمودن مبحث فوق، توجه به تداوم و حیات اقتصادی پروژه‌ها است. این سامانه سعی دارد تا از طریق ایجاد بناهایی که از حداکثر قابلیت پاسخ‌گویی به تقاضای میان‌مدت و بلندمدت کاربران و قابلیت بلندمدت عرضه در بازار برخوردارند، باعث بالا رفتن ارزش ملک گردد و قابلیت نگهداری ساختمان را تداوم بخشد. از سوی دیگر با تخصیص صحیح منابع اقتصادی، تا حد ممکن 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.

### جدول ۱۵- 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



نمودار ۱۱- مقایسه نسبت وزنی کیفیت اقتصادی در سامانه‌های منتخب به تفکیک 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

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<sup>۱</sup> و ارایه‌ی مباحث مدیریتی در نسخه دیگری با عنوان الزامات مدیریت محیطی پروژه،<sup>۲</sup> توجیه‌شدنی است. مقایسه معیارهای

سرفصل مدیریت و برنامه‌ریزی پایدار اقدامات مرتبط با سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و مدیریت فرآیندهای 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 ۸/۱۶٪ در رده‌های بعدی قرار دارند (نمودار ۱۲). 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

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



سرفصل مدیریت و برنامه‌ریزی پایدار منطبق با ساختار پیشنهادی ارائه شده در جدول ۱۶ صورت گرفته است.

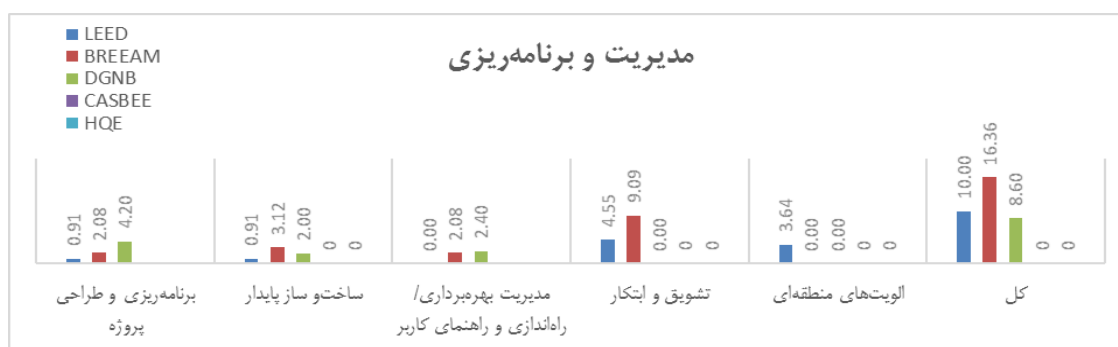
جدول ۱۶- ساختار مقایسه معیارهای مدیریت و برنامه‌ریزی پایدار (ماخذ: نگارندگان)

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 ساخت و ساز 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

LEED نیز با تدارک معیار تشویقی اولویت منطقه‌ای سعی در ایجاد انگیزه جهت لحاظ نمودن و توجه به شرایط محلی و مشخصات جغرافیایی - محیطی دارد.

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



نمودار ۱۲- مقایسه نسبت وزنی مدیریت و برنامه‌ریزی در سامانه‌های منتخب به تفکیک معیارهای ارزیابی (ماخذ: نگارندگان)

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

#### جمع بندی

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

در جدول ۱۷ ضرایب وزنی کلیه سرفصل‌ها به تفکیک پنج سامانه ارایه شده است. 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٪ 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 یافته است. در گروه موضوعات اجتماعی به‌ترتیب سامانه‌های HQE و

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 در خصوص سرفصل مدیریت و برنامه‌ریزی است. در جدول ۱۷ ضرایب وزنی هر سرفصل به تفکیک سه گروه کلان محیطی، اقتصادی و اجتماعی، مشخص شده است.

تخصیص ضریب وزنی بالا به گروه موضوعات محیطی در سامانه‌های BREEAM و LEED از رویکرد این دو سامانه در توجه ویژه به مباحث محیطی، نشأت 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 داشته است.

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؛ در صورتی 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؛ در حالی که 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 قرار گرفته است.

جدول ۱۷- ضرایب وزنی هر سرفصل، به تفکیک سه رکن پایداری (محیطی، اقتصادی و اجتماعی) (ماخذ: نگارندگان)  
 Table 17- Weighting Coefficient of categories separated by three pillars of Sustainability (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 در خصوص هر سامانه نشان می‌دهد.

- 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.
- Suzer O, 2015. A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems. (154), pp. 266-283.
- 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.
- Chandratilake SR, Dias WPS, 2013. Sustainability rating systems for

## References

- Lee WL, 2013. A comprehensive review of metrics of building environmental assessment schemes. Energy and Buildings, Vol. 62, pp. 403-413.
- Ali H, Al Nsairat F, 2009. Developing a green building assessment tool for developing countries – Case of Jordan. (44), pp. 1053-1064.
- Alyami H, Rezgui , 2012. Sustainable building assessment tool development approach. Sustainable Cities and Society(5), pp. 52-62.
- Nguyen BK, Altan , 2011. Comparative review of five sustainable rating systems. Procedia Engineering(21), pp. 376-386.

17. Wei , Ramalho , Mandin , 2015. Indoor air quality requirements in green building certifications. (92), pp. 10-19.
18. Reed , Krajnovic-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/)<http://www.breeam.com/> .
20. USGBC LEED. , 2015 Sep 14. see information in: [HYPERLINK "http://www.usgbc.org/leed"](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)<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/) <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/)<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/)<http://www.breeam.com/> .
25. USGBC , 2014. LEED v4 for BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION [LEED v4 for BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION.], 2014 25 Dec. 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, Rezugui , 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.

- "<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 Environmental Performance Of Buildings, Non-residential Buildings [Assessment Scheme For The Environmental 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.
- 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](#)