



ضرورت بومی سازی سامانه‌های ارزیابی ساختمان در بهسازی انرژی ساختمان‌ها*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۰۵

کد مقاله: ۴۸۵۷۶

مریم یکتا حشکواپی^{۱*}، فرهاد احمدنژاد^۲

چکیده

باتوجه به بحران‌های زیست‌محیطی و انرژی، امروزه بحث معماری پایدار و سبز از مباحث پرطرفدار است. جهت رسیدن به این هدف در صنعت ساخت‌وساز، سیستم‌های ارزیابی ساختمان‌ها و استانداردهای ساخت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. در کشورهای توسعه‌یافته، جهت دستیافتن به ساخت‌وساز پایدار با ایجاد سامانه‌های ارزیابی پایداری ساختمان‌ها را مورد ارزیابی قرار می‌دهند. علی‌رغم اشتراکات در موضوعات مشترک دغدغه‌های جهانی؛ باتوجه به شرایط متفاوت زمینه در هر کشور، نمی‌توان از یک نسخه مشترک برای همه کشورهای استفاده نمود. باتوجه به اینکه در مقایسه با ساختمان‌های موجود، ساختمان‌های جدید درصد کمی هستند بسیاری از کشورها بخشی برای بازسازی در سامانه‌های ارزیابی خود تهیه کرده‌اند. در این مقاله با مطالعه و شناخت تعدادی از سامانه‌های بین‌المللی و سامانه‌های کشورهای درحال توسعه به بررسی اصول موردتوجه در هر سامانه پرداخته شد. بر اساس این مطالعه متغیرهای بومی و منطقه‌ای و استانداردهای ساخت‌وساز در معیارهای ارزیابی سامانه‌های بین‌المللی تأثیرگذار است و الزاماً نمی‌توان از سامانه‌های ارزیابی مطرح بین‌المللی برای همه کشورهای استفاده نمود، بلکه ارائه سامانه بومی و پایدار برای هر کشور باتوجه به شرایط اقلیمی، اولویت‌های منطقه‌ای و شرایط ساخت‌وساز حاکم در آن ضرورت دارد.

واژگان کلیدی: سامانه‌های ارزیابی، بومی‌سازی، بهسازی انرژی، ساختمان سبز، گواهینامه سبز

۱- دانشجوی ارشد معماری و انرژی دانشگاه هنر اسلامی تبریز (نویسنده مسئول) m.yekta@tabriziau.ac.ir

۲- استاد گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز

* این مقاله برگرفته از رساله‌ی پایان نامه کارشناسی ارشد مریم یکتا حشکواپی با عنوان «تطبیق معیارهای ارزیابی سامانه DGNB با ضوابط مبحث ۱۹ مقررات ملی ایران» و راهنمایی آقای دکتر فرهاد احمدنژاد در دانشگاه هنر اسلامی تبریز می باشد.

در تمامی جوامع امروزی، انرژی یکی از مهم‌ترین و چالش‌برانگیزترین موضوعات محسوب می‌گردد، و باتوجه به سهم عمده بخش ساختمان، تحولات چشمگیری در دهه‌های اخیر در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه، در جهت بهبود وضعیت مصرف انرژی، صورت گرفته است. برای مثال، انتظارات به جایی در جامعه مهندسی و نهادهای مرتبط با موضوع بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان ایجاد شده که مطالبات مشخصی را در قوانین و آیین‌نامه‌های ملی مطرح کرده است. مطابق با ماده ۳۳ قانون نظام‌مهندسی کشور، مسئولیت نظارت عالی بر اجرای ضوابط و مقررات ملی ساختمان در طراحی و اجرای تمامی ساختمان‌ها بر عهده وزارت مسکن و شهرسازی است. وزارت مسکن بر مبنای این ماده اقدام به انتشار مقررات ملی ساختمان در ۲۲ مبحث کرده است که مبحث ۱۹ آن مربوط به صرفه جویی در مصرف انرژی در ساختمان است. مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در سال ۱۳۷۰ به تصویب هیئت وزیران رسید و اجرای آن در ساختمان‌های کشور الزامی شد. این مبحث چندین بار بازنگری شده است (دفتر امور مقررات ملی ساختمان، مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، ۱۳۹۲).

امروزه استانداردها، روشی قابل‌اطمینان برای استفاده در طراحی پایدار ساختمان‌ها هستند. فرصت‌های زیادی برای بهبود بخشیدن به طراحی ساختمان‌ها وجود دارد که شامل؛ کاربرد بهتر دستورالعمل طراحی، به‌کاربردن ابزار سنجش محیطی ساختمان‌ها، بهره‌گیری از اطلاعات اجرایی که پایه‌ای برای تحقیقات طراحی و ارتقای ارزیابی و اجرایی است. هدف از ایجاد سامانه‌های ارزیابی ساختمان این است که در مراحل طراحی، اجرا، نگهداری و تخریب ساختمان، استاندارد را ارائه دهد که بتوان ساختمان را با معیارهای تعیین شده در آن، ارزیابی نمود (رواییان و همکاران، ۱۳۹۴). سامانه‌های ارزیابی مانند LEED متعلق به کشور آمریکا و BREEAM متعلق به کشور انگلستان از جمله سامانه‌های مرجعی هستند که سایر سامانه‌ها از آن‌ها اقتباس نموده‌اند (حسنقلی نژاد و همکاران، ۱۳۹۹).

۲- ادبیات موضوع

افزایش آگاهی جهانی جمعیت روبه‌رشد جهان، هم‌زمان با آثار زیست‌محیطی عظیم منابع، مانند محدودیت انرژی، آثار تغییرات اقلیمی، افزایش گازهای گلخانه‌ای، توجه بسیاری را به معضل مصرف انرژی در جهان معطوف ساخته است (Wan, Li, Pan, 2016; Lam, 2012; Santamouris, 2016). طبق پیش‌بینی بریتیش پترولیوم، تا سال ۲۰۳۵، مصرف نفت تا ۳۰ درصد و مصرف زغال‌سنگ و گاز طبیعی تا ۵۰ درصد افزایش خواهد یافت (Dudley, 2018). باتوجه به نقش عمده ی ساختمان در مصرف انرژی (تا ۴۰ درصد از کل مصرف انرژی در کشورهای توسعه‌یافته) و افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای (تا ۴۰ درصد از کل) (2018, Hong). مشکلات زیست‌محیطی و اقتصادی، کشورها را ملزم به بازنگری و ارتقای شیوه‌های مصرف و البته ارتقای استانداردهای زیستی در جهت دستیابی به پایداری کرده است؛ لذا در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، لزوم تعهد به ارتقای بهره‌وری انرژی ساختمان‌ها و بسترسازی برای بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نظر به اینکه بخش قابل‌ملاحظه‌ای از مصرف انرژی به حوزه ساختمان اختصاص دارد، بازنگری در طراحی توسعه‌های ساختمانی، می‌تواند گامی در راستای دستیابی به پایداری باشد (شفیعی و همکاران، ۱۳۹۹). با وجود تلاش‌های جهانی برای مصرف بهینه انرژی، سازمان‌ها و مؤسسات مهم در زمینه ارائه آمار تولید و مصرف انرژی از قبیل آژانس اطلاعات انرژی، پترولیوم بریتانیا (BP) و آژانس بین‌المللی انرژی، در سال ۲۰۱۲ بیشترین مصرف سوخت‌های فسیلی را به بخش ساختمان به میزان ۳۹ درصد (در رتبه اول) داده‌اند (EIA, U.S. 2013; BP Statistical Review, 2012). بهبود بهره‌وری انرژی در بخش ساختمان یکی از اقدامات عملی و پایدار باهدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و هزینه‌های انرژی است (Xiang Zhang et al., 2019).

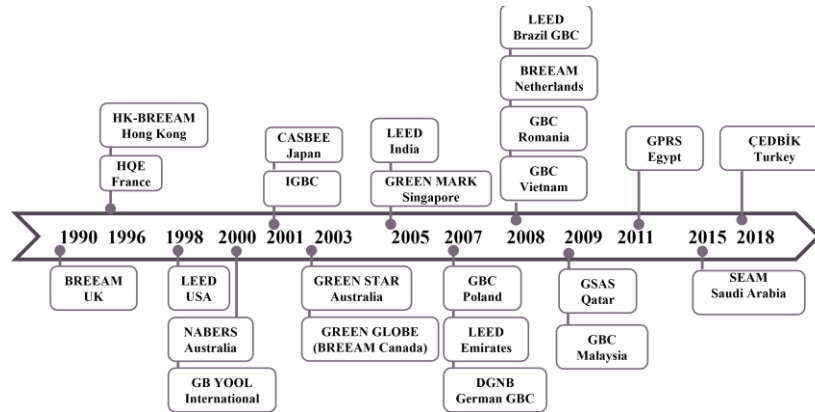
۲-۱- سامانه‌های ارزیابی

سامانه‌های ارزیابی برای سنجش فنی اثرات زیست‌محیطی ساختمان‌ها به کار می‌روند. ابزاری که هدف آن ارزیابی پروژه‌های ساخته شده است. در برخی موارد، این سامانه‌های ارزیابی می‌توانند پروژه‌های شهری، عمومی و حتی روستایی را نیز پوشش دهند. از آنجاکه زیرساخت‌های این نوع سامانه‌ها برای ارزیابی رفتار ساختمان پایدار برنامه‌ریزی شده است، این طرح‌ها در جهت مدیریت پروژه بهره‌وری انرژی و جنبه‌های مختلف آن در مقیاس خرد و کلان، با معیارهای دقیق و چارچوب‌های تعیین شده، نیز به کار برده می‌شوند. ابتکارات، استراتژی‌ها، و فرایندهای برنامه‌ریزی شده مدون در حال حاضر در تمام جهان در حال گسترش است و به طور قابل‌ملاحظه‌ای رشد داشته است. رویکردهای جامعی نیز برای تسهیل انتقال عملیات پایدارسازی ساخت‌وسازها و حتی بازسازی ساختمان‌ها صورت گرفته است و به طور مداوم در حال توسعه و تکمیل هستند و تماماً در جهت بروزسازی ساختارهای

1 Energy Information Agency (EIA)

2 Britannia Petroleum (BP)

ساختمانی برای کاهش تأثیرات منفی آنها بر محیط‌زیست و انسان پیش می‌روند. باتوجه به پیش‌بینی‌های انجام‌یافته، تا سال ۲۰۵۰، فعالیت‌های جهانی در جهت رشد اقتصادی ۵ برابر و جمعیت جهان بیش از ۵۰٪ افزایش خواهد یافت. مصرف انرژی به حدود سه برابر افزایش خواهد یافت و سهم صنعت ساختمان از این مقدار قطعاً درصدی قابل‌توجه خواهد بود. (حسنقلی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۹)



شکل ۱- جدول زمانی توسعه سیستم‌های رتبه‌بندی ساختمان سبز (نگارنده)

این سامانه‌ها مجموعه‌ای از معیارهایی هستند که عملکرد ساختمان و تأثیرات آن را بر روی محیط‌زیست سنجیده و به آنها برحسب اهمیت امتیاز می‌دهند. به طور معمول این معیارها حول عدم تولید و نشر گازهای گلخانه‌ای، جلوگیری از تخریب لایه اوزون و عناصر طبیعی کره زمین، استفاده صحیح از انرژی و آب، مدیریت پسماند و زباله، استفاده از مصالح ساختمانی درست و در نهایت آسایش و آرامش کاربران و بهره‌برداران در آن ساختمان تعریف می‌شود. همچنین وجود این سامانه‌ها صنعت ساختمان را به سمت توسعه پایدار سوق می‌دهد. ارزش‌گذاری بر روی یک ساختمان از روی معیارهای صحیح زیست‌محیطی باعث می‌شود دست‌اندرکاران این صنعت تلاش روزافزون برای ایجاد محیط سالم و پایدار داشته باشند. پیشگامان تدوین این سامانه‌ها کشورهای انگلستان و ایالات متحده هستند. (سروش، ۱۳۹۰)

۲-۲- ضرورت بومی‌سازی سامانه‌های ارزیابی بر اساس اولویت‌های منطقه‌ای

سامانه‌های ارزیابی بی‌شماری امروزه پایداری و میزان همسازي ساختمان‌ها با شرایط محیطی را مورد سنجش قرار می‌دهند. این سنجش تنها از طریق شناخت دقیق زمینه و خصوصیات منطقه‌ای ممکن است. عدم شناخت و درک صحیح شرایط منطقه‌ای، نه‌تنها فرایند ارزیابی را با اختلال مواجه می‌کند، که حتی به دریافت پاسخ‌های غلط از آن نیز منجر خواهد گردید (مهربان و مفیدی، ۱۳۹۵). در اکثر کشورهای توسعه‌یافته دنیا میزان همسازي 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 تأثیرات آن بر روی محیط‌زیست و کاربرد 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. وجود متغیرهای منطقه‌ای متعلق به بستر هر سامانه مانند اقلیم، جغرافیا، فن آوری و... اگرچه ظهور سامانه‌هایی با ساختارهای متنوع را توجیه می‌نماید؛ اما این آمار تنها دلیل تفاوت سامانه‌ها نیست. به‌عبارت‌دیگر علاوه بر تفاوت‌های منطقه‌ای و زمینه‌ای؛ ساختار متفاوت ارزیابی، مبانی نظری، کانسپت، چشم‌انداز و رویکرد هر سامانه نیز منجر به شکل‌گیری سامانه‌های متعددی شده است؛ مانند سامانه‌های CASBEE، HQE و DGNB که دارای تفاوت‌های ساختاری جدی نسبت به هم هستند. معیارهای ارزیابی که مهم‌ترین رکن سنجش و رتبه‌بندی سامانه‌ها به شمار 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. (مفیدی و همکاران، ۱۳۹۷)

به‌طورقطع باتوجه به تأثیرات مباحث منطقه‌ای در سامانه‌های ارزیابی، حتی با وجود سامانه‌های بین‌المللی که اولویت‌های منطقه‌ای را نیز در ساختار سامانه لحاظ می‌نماید، تدوین سامانه‌های بومی منحصر به هر منطقه، ضروری به نظر می‌رسد. وجود تعداد کثیری از سامانه‌های ارزیابی در کشورهای مختلف، شهادی بر این مدعاست. در این سامانه‌های متفاوت، به سبب جهانی بودن موضوعات محیطی اعم از تغییر اقلیم، تخریب لایه ازن، کاهش سوخت‌های فسیلی، وجود اشتراک در سرفصل‌ها و معیارهای ارزیابی، منطقی و توجیه‌پذیر می‌نماید. اما در عین مشابهت معیارها، شدت و اثر معیارهای ارزیابی، می‌بایست منطبق با شرایط

منطقه‌ای تعیین گردد. از این رو در این سامانه‌ها با تعریف سیستم وزن‌دهی معیارها، متغیرهای مختلف منطقه‌ای، از طریق ایجاد سلسله‌مراتب، تعیین اولویت، و ارزش‌گذاری معیارها، مورد تأکید قرار گرفته است. (مهربان و مفیدی، ۱۳۹۵)

برای توضیح بیشتر ضرورت بومی‌سازی سامانه‌ها برای هر کشور و منطقه می‌توان به سامانه LEED اشاره کرد که با تعبیه معیار اولویت منطقه‌ای، ۱RP جهت تعمیم‌پذیری سامانه، در راستای توجه به شرایط خاص زمینه، ارائه می‌دهد. علی‌رغم ارتقا معیارهای اولویت منطقه‌ای در نسخه ۴ نسبت به نسخه پیشین، همچنان می‌بایست با بهره‌گیری از متخصصان محلی انطباق کامل‌تری با شرایط محلی حاصل آید، تا این معیارها، قادر باشند شرایط واقعی منطقه را از منظر تنوع اقلیمی، مباحث اقتصادی، تکنولوژیکی، فرهنگی، تاریخی، منعکس نمایند. تحلیل انجام‌گرفته توسط سوزر در خصوص معیارهای RP چهار کشور پراکنده از جهان، کانادا، ترکیه، چین و مصر، نشان می‌دهد که تعریف این اولویت‌ها بر مبنای شرایط واقعی کشورها و ضرورت‌های آنها صورت نگرفته است و نمی‌تواند در ارزیابی محیطی آن کشورها نقش مؤثری ایفا نماید (Suzer, 2015). مثلاً برای کل ایران، که از نسخه ۴ به لیست این پایگاه‌داده افزوده شده، فارغ از تنوع اقلیمی آن، صرفاً یک تیپ معیار تحت شش عنوان تولید انرژی تجدیدپذیر/ بهینه‌سازی مصرف انرژی/ آسایش حرارتی/ کاهش جزیره حرارتی/ کاهش مصرف آب خارجی/ کاهش مصرف آب داخلی، که شباهت بسیار زیادی نیز با معیارهای تعیین شده برای کشورهای حاشیه خلیج فارس دارد، ارائه شده است (USGBC). از سوی دیگر عدم توجه به تنوع فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی در لیست معیارهای ارائه شده، بر ضرورت بازنگری آن صحنه می‌گذارد. چرا که قطعاً میان اولویت‌های منطقه‌ای دو شهر، با تراکم جمعیت و نرخ توسعه شهری مختلف و با پیش‌فرض قرارگیری در یک اقلیم، تفاوت‌های چشمگیری وجود دارد. لازم به ذکر است؛ حتی با فرض صحیح و جامع بودن این معیارها، از آنجاکه معیار اولویت منطقه‌ای، صرفاً معیاری تشویقی بوده و تنها ۶۳،۳ درصد کل امتیاز دریافتی را به خود تخصیص می‌دهد، عملاً نمی‌تواند نقشی مؤثر در خصوص لحاظ نمودن شرایط منطقه‌ای در این سامانه، ایفا نماید. (مهربان، ۱۳۹۵)

۲-۲- بهسازی انرژی ساختمان‌ها

در قرن بیست و یکم، استراتژی‌های اقتصادی در راستای رسیدن به محیطی سالم برای کاربران شکل گرفته و کوشیده با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین علاوه بر کاهش هزینه‌ها، مصرف انرژی را نیز کاهش دهد. چراکه مطابق پیش‌بینی‌ها مصرف انرژی جهان، تا سال ۲۰۴۰، حدود ۸۴ درصد افزایش خواهد یافت (IEA, 2019). با نگرش زیست‌محیطی و تغییر اقلیمی، در ساخت‌وساز جدید بر ساختمان‌های انرژی کارا تأکید می‌شود، اما در مقایسه با ساختمان‌های موجود، ساختمان‌های جدید درصد کمی هستند (Arias, 2013). اهمیت ساختمان‌های موجود اول به این دلیل است که آنها مصرف‌کننده انرژی فعلی هستند. دوم نرخ نوسازی آنها بسیار کم است. سوم تخمین زده می‌شود که هر سال بین ۲ تا ۳٪ به ساختمان‌های موجود اضافه می‌شود و چهارم افزایش عملکرد انرژی ساختمان می‌تواند ابزار مهمی برای تلاش به سمت کاهش واردات انرژی شود (کاهش واردات انرژی در کشورهای واردکننده انرژی مثل اتحادیه اروپا مطرح است) و پنجم کاهش مصرف انرژی در ساختمان، باعث دستیابی به اهداف بین‌المللی در جهت کاهش انتشار کربن دی‌اکسید شود.

هم اکنون شرایط ساختمان‌های موجود، مبهم و نامشخص است. ساختمان‌ها نه تنها مبتلا به طیفی از مشکلات فیزیکی هستند؛ بلکه بسیاری از ساختمان‌های موجود تحت استانداردهای انرژی و پایداری بسیار پایینی ساخته شدند (Konstantinou, 2014) و مصرف انرژی زیادی دارند؛ بنابراین ضروری است بهسازی انرژی ساختمان‌ها صورت گیرد بهسازی انرژی ساختمان‌ها، بخش مهمی از سرمایه‌گذاری برای کاهش کربن شهرهاست (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۷).

سیستم‌های ارزیابی ساختمان‌ها، پیش از همه به ارزیابی درجه پایداری بناهای جدید پرداختند. این سیستم‌ها در مرتبه اول برای ساختمان‌های جدید طراحی شدند و سال‌ها طول کشید تا آن را برای ساختمان‌های موجود طراحی و به‌منظور ارتقا این بناها استفاده کنند. طراحی این سیستم‌ها برای ساختمان‌های جدید بسیار آسان‌تر است و تغییر ساختمان‌های موجود به‌سوی پایداری بسیار پیچیده‌تر و در مواردی ناممکن است. اما از جانب دیگر، ساختمان‌های موجود بخش عظیمی از بناها را تشکیل می‌دهند. بسیاری از مقررات و ضوابط ساختمانی پایدار بعداً از همین سیستم‌های امتیازدهی کپی‌برداری کردند. ابداع سیستمی که به ارزیابی پایداری در مورد شهرها بپردازد، کاری بسیار پیچیده بود. لازم به ذکر است که برخی از گواهی‌ها فقط به یک معیار از ساختمان توجه دارند و برخی نیز جمعی از معیارها را در نظر می‌گیرند (گرچی مهلبانی و همکاران، ۱۳۹۵).

در ادامه در جدول ۱ تعدادی از سامانه‌هایی که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند بصورت خلاصه معرفی می‌شوند. با توجه به آنچه که در جدول ۱ آمده است اکثر سامانه‌های ارزیابی موفق به اهمیت ساختمان‌های موجود توجه نشان داده‌اند و علاوه بر ساختمان‌های جدید ضوابطی برای ارزیابی به ساختمان‌های موجود تدوین کرده‌اند.

1. Regional Priority (RP)

۲. این معیارها برای شهرهای همدان، یزد، بابل، و بندرعباس، علی‌رغم قرارگیری در چهار اقلیم مختلف جغرافیایی، کاملاً یکسان ارائه شده است.

جدول ۱- معرفی سامانه های ارزیابی مورد بررسی (مأخذ: نگارندگان)

سامانه	کشور	حوزه های مورد ارزیابی
BREEAM	انگلستان	۱- ساخت و ساز جدید؛ ۲- بازسازی و دکوراسیون؛ ۳- ساختمان های در حال استفاده ۴- طرح ریزی محله ای/جوامع و ۵- خانه شامل: ضوابط برای خانه های پایدار و نشان کیفیت خانه
LEED	امریکا	۱- طراحی خانه ها و اجرای ساختمان های مسکونی، ۲- طراحی و اجرای ساختمان های جدید (غیرمسکونی)، ۳- بهره برداری و نگهداری ساختمان های موجود ۴- توسعه محله.
HQE	فرانسه	چرخه حیات ساختمان های غیرمسکونی، مسکونی آپارتمانی و مستقل، مراحل طراحی، ساخت و ساز، بهره برداری، بهسازی و تخریب (پایان عمر ساختمان)
DGNB	آلمان	کل چرخه حیات ساختمان
GREEN STAR	استرالیا	سراسر چرخه حیات محیط مصنوع
CASBEE	ژاپن	مراحل طراحی، ساختمان جدید، ساختمان موجود و مرحله بهسازی
IGBC	هند	ساختمان های جدید
GSAS	قطر	طراحی و ساخت، مدیریت ساخت و مرحله بهره برداری
ESTEDAMA	امارات	مرحله طراحی، ساخت و بهره برداری

۲-۳- بررسی تعدادی از سیستم های مطرح رتبه بندی ساختمان

امروزه سامانه های متعددی در دنیا وجود دارند که هریک با رویکرد متفاوتی به ارزیابی کارایی محیطی ساختمان می پردازند. دودسته سامانه ارزیابی برای ساختمان های پایدار که مورد تأیید شورای ساختمان سبز می باشد وجود دارد، سامانه های اصلی و سامانه های اقتباسی. تعداد زیادی از این سامانه ها از دو سامانه مهم BREEAM و LEED اقتباس شده اند. از این رو این دو سامانه از گروه اصلی سامانه ها هستند و سامانه هایی نظیر CASBEE در کشور ژاپن، GREEN STAR در استرالیا، IGBC در هند، GSAS در قطر و PRS(ESTIDAMA) در امارات از سامانه هایی هستند که از این دو سامانه اقتباس شده اند. سامانه هایی نظیر HQE در فرانسه و DGNB در آلمان نیز از سامانه های نسل دوم هستند که بعد از LEED و BREEAM تدوین شده اند. در ادامه بر اساس فرایند این پژوهش تعدادی از سامانه های موفق در دنیا و کشورهای آسیایی انتخاب شده اند تا با بررسی کلی معیارهای آنها نکات مشترک و تفاوت های آنها مشخص شود.

الف- سیستم ارزیابی BREEAM: این سیستم باهدف کاهش اثرات زیست محیطی و اطمینان از کاربرد بهترین شیوه های هماهنگ با محیط زیست در طراحی، ساخت و بهره برداری، بیش از ۵۹۰۰۰۰ ساختمان را در طول چرخه عمر آنها مورد ارزیابی قرار داده است و در بیش از ۱۱ کشور کاربرد دارد. سیستم BREEAM انواع کاربری های مختلف را پوشش می دهد. این سامانه دارای پنج نوع نظام ارزیابی، مطابق با چرخه حیات بناها و شهر است که عبارتند از: ۱- ساخت و ساز جدید؛ ۲- بازسازی و دکوراسیون؛ ۳- ساختمان های در حال استفاده ۴- طرح ریزی محله ای/جوامع و ۵- خانه شامل: ضوابط برای خانه های پایدار و نشان کیفیت خانه (HQM)^۱

این سیستم شامل ۹ معیار ارزیابی اصلی است. از جمله این معیارها می توان به بهداشت و سلامت، مدیریت، انرژی، حمل و نقل، آب، مصالح، پسماند، استفاده از زمین، اکولوژی و آلودگی اشاره کرد. در نسخه اخیر از سیستم رتبه بندی BREEAM اعتباری برای خلق نوآوری در ساختمان نیز در نظر گرفته شده است. هر یک از این موارد خود نیز به زیردسته هایی تقسیم شده اند و امتیاز مخصوص به خود را دارند. علاوه بر این سیستم BREEAM برای هر یک از دسته های اصلی وزنی را تعریف کرده است که در امتیاز نهایی دسته تأثیرگذار است و در نهایت سطوح رتبه بندی در این سیستم با توجه به امتیاز کل به صورت یک نمره کلی معادل یکی از سطح های «تأیید شده»، «خوب»، «بسیار خوب»، «عالی» و «بسیار عالی» ارائه می شود. (BREEAM, 2016) در سیستم BREEAM معیار انرژی از سایر موارد از درجه اهمیت بیشتری برخوردار است و پس از آن موارد مصالح و بهداشت و سلامت که مربوط به آسایش فضای داخلی است در تمامی کاربری ها (مسکونی و غیرمسکونی) اهمیت بیشتری در رتبه دهی دارد. نکته دیگر حائز اهمیت، اهمیت کمتر مسائل مربوط به آب، به خصوص در بخش مسکونی، در این سیستم است.

ب- سیستم ارزیابی LEED: سیستم رتبه بندی LEED مجموعه ای از شاخص های لازم برای ارزیابی ساختمان سازی پایدار را فراهم می کند. آیین نامه LEED، توسط شورای ساختمان سبز آمریکا تدوین و از زمان آغاز به کار خود در سال ۱۹۹۸ تا کنون در ایالات متحده و بیش از ۱۶۱ کشور دیگر توسعه یافته است. این سیستم اگرچه پس از BREEAM منتشر شد، به عنوان رایج ترین برنامه رتبه بندی بر اساس تعداد کشورهای انتشار یافته، شناخته می شود.

1. Home Quality Mark

به‌طور کلی، امتیازات LEED برای طراحی و ساخت ساختمان‌های جدید غیرمسکونی در ۹ بخش اصلی بررسی می‌شوند. این ۹ بخش شامل یکپارچگی، موقعیت و حمل‌ونقل، سایت پایدار، بهره‌وری آب، انرژی و محیط، مصالح و منابع، کیفیت محیط داخلی، نوآوری و اولویت منطقه‌ای است. مجموع امتیازات اختصاص داده‌شده به هفت بخش اول از ۹ بخش ذکر شده در این سیستم 100 امتیاز است. دو فصل آخر (نوآوری و اولویت منطقه‌ای) نیز دارای 10 امتیاز تشویقی (علاوه بر 100 امتیاز) هستند. لازم به ذکر است معیار اولویت منطقه‌ای در آخرین نسخه از LEED (نسخه ۴) جزء مجموعه اعتبارات این سیستم قرار گرفته است. LEED از یک فرایند ساده برای امتیازدهی استفاده می‌کند. این سیستم برای هر یک از بخش‌ها شامل برخی اعتبارات پیش‌نیاز هستند. به این معنی که دارا بودن شرایط اعتبار پیش‌نیاز برای کسب گواهینامه الزامی بوده و امتیازی برای این موارد تعلق نمی‌گیرد. امتیاز دریافتی در دیگر موارد تعیین‌کننده سطح گواهینامه خواهد بود. محاسبه امتیاز کل در LEED با روش ساده جمع‌زدن امتیاز موارد مختلف بدون وزن‌دهی صورت می‌گیرد و در انتها، رتبه نهایی بر اساس مجموع امتیازات دریافتی و در بخش‌های مختلف مشخص می‌شود. (LEED SYSTEM, 2020) در این سیستم بیشترین تأثیر مربوط به موضوع انرژی و محیط می‌شود که در حدود ۳۵ درصد امتیازات را به خود اختصاص داده است. پس از آن، موضوعات موقعیت، حمل‌ونقل و کیفیت محیط داخل سهم بالایی از امتیازات را شامل می‌شوند. موضوعات سایت پایدار، بهره‌وری آب و مصالح و منابع، هر کدام در حدود ۱۱ درصد از امتیازات را به خود اختصاص داده‌اند. لازم به ذکر است، در این سیستم، امتیازات موضوعات نوآوری و اولویت منطقه‌ای به‌عنوان امتیاز اضافی در نظر گرفته می‌شود.

ج- سیستم ارزیابی HQE: این سیستم ارزیابی و رتبه‌بندی در سال ۱۹۹۴ در فرانسه توسط انجمن HQE تدوین و تنظیم شد. خدمات و رتبه‌بندی‌های HQE، در طی چرخه حیات ساختمان‌های غیرمسکونی، مسکونی آپارتمانی و مستقل، مراحل طراحی، ساخت‌وساز، بهره‌برداری، بهسازی و تخریب (پایان عمر ساختمان) را پوشش می‌دهد. علاوه بر این، HQE رتبه‌بندی ویژه‌ای را نیز، برای سیستم مدیریت طراحی شهری و توسعه شهری، تعریف کرده است. الزامات کارایی زیست‌محیطی در این سیستم رتبه‌بندی به چهار موضوع اصلی انرژی، محیط‌زیست، سلامت و آسایش تقسیم‌بندی شده است. در هر یک از موضوعات اصلی اهدافی تعریف شده است که در مجموع شامل ۱۴ هدف برای هر یک از ساختمان‌های مسکونی و غیرمسکونی می‌شود. برای هر یک از ۱۴ هدف تعیین شده، موارد مختلفی مشخص شده است. این موارد یا به‌صورت پیش‌نیاز هستند و یا امتیازی برای آن تعیین شده است. مقدار امتیازات دریافتی از موارد هر یک از ۱۴ هدف، سطح آن هدف را مشخص می‌کند که در سه سطح پیش‌نیاز، کارایی و کارایی بالا تعریف می‌شود. بر اساس تعداد سطح کارایی و کارایی بالای دریافتی در اهداف چهار موضوع اصلی تعریف شده، برای هر یک از موضوعات بین یک الی چهارستاره تعلق می‌گیرد. در نهایت بر اساس مجموع ستاره‌های دریافتی در چهار موضوع مختلف رتبه ساختمان تعیین می‌شود. در این سیستم، به شاخص انرژی با تفاوت بسیار زیادی اهمیت ویژه‌ای داده شده است. بقیه شاخص‌ها از یک وزن نسبتاً برابری برخوردار هستند. (HQE System, 2016)

د- سیستم ارزیابی Green Star: سیستم Green Star در سال ۲۰۰۳ توسط شورای ساختمان سبز استرالیا راه‌اندازی شد تا یک ابزار رتبه‌بندی مشترک برای رهبری محیط‌زیست و آگاهی از جنبش ساختمان سبز ایجاد شود. این سیستم، یک سیستم رتبه‌بندی ملی است که در سطح بین‌المللی شناخته شده است و به طور مستقل تأییدیه‌ای از نتایج پایدار را در سراسر چرخه حیات محیط مصنوع ایجاد می‌کند. این سیستم از چهار طرح اصلی پایدار متمایز تشکیل شده است که هر کدام به فازهای متفاوتی از محیط ساخته شده مربوط می‌شوند. طراحی پایدار و ساخت در حوزه‌های کاربری مدارس، دفاتر اداری، دانشگاه‌ها، کاربری صنعتی، ساختمان‌های عمومی، مراکز تجاری و بیمارستان‌ها، طراحی داخلی در تمامی زمینه‌های داخلی اعم از دفاتر اداری و هتل‌ها به مدارس و مغازه‌های تجاری، زمینه اجتماعی در مقیاس محله، بخش و یا جامعه و همچنین زمینه کارایی ساختمان‌های موجود از جمله این ۴ طرح مذکور هستند.

ابزار رتبه‌بندی در این سیستم برای طراحی، ساخت‌وساز ساختمان‌های جدید شامل ۹ مورد مدیریت، کیفیت محیط داخل، انرژی، حمل‌ونقل، آب، مصالح، استفاده از زمین و اکولوژی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و نوآوری می‌شود. هر یک از این ۹ دسته امتیازات مخصوص به خود را دارد. به‌طور کلی رتبه‌بندی با مقایسه درصد امتیازهای قابل‌دسترس که از مجموع امتیازات موجود به دست می‌آید تعیین می‌شود. در نهایت بر اساس مجموع امتیازات به‌دست‌آمده بین ۱ تا ۶ ستاره به پروژه موردنظر تعلق می‌گیرد. لازم به ذکر است در بخش طراحی و ساخت ساختمان‌های جدید این ستاره‌ها از ۴ تا ۶ هستند. بدین صورت که با دریافت ۴۵ تا ۵۹ امتیاز، ۴ ستاره (بهترین عملکرد استرالیایی)، ۶۰ تا ۷۴ امتیاز، ۵ ستاره (عالی‌ترین عملکرد استرالیایی) و بیش از ۷۵ امتیاز ۶ ستاره (پیش‌گام در جهان) به آن پروژه تعلق خواهد گرفت (Green Star system, 2018).

در سیستم رتبه دهی Green Star نیز، همانند سیستم‌های LEED، BREEAM و HQE به مسائل مربوط به انرژی، نسبت به سایر موارد ارزیابی، اهمیت بیشتری داده شده است. پس از آن، به ترتیب کیفیت محیط داخل و مصالح در درجات بعدی اهمیت قرار دارند. همچنین به موارد انتشار و استفاده از زمین اهمیت کمتری قائل شده‌اند. در بخش انتشار این سیستم، مباحث آلودگی و انتشار گازهای گلخانه‌ای از نقطه‌نظر تأثیر آنها بر روی محیط‌زیست مطرح شده است.

۵- **سیستم ارزیابی CASBEE**: سیستم رتبه‌بندی ساختمان سبز CASBEE در سال ۲۰۰۱ در ژاپن توسط کمیته‌های دانشگاهی، صنعتی و بخش‌های دولتی تنظیم و توسعه یافته است. هدف این سیستم ارزیابی و رتبه‌بندی عملکرد زیست‌محیطی ساختمان است. این سیستم شامل چهار طرح اصلی برای ارزیابی ساختمان است که این چهار طرح متناظر با مراحل چرخه حیات ساختمان هستند و شامل موارد طراحی، ساختمان جدید، ساختمان موجود و مرحله بهسازی می‌شوند. ابزار ارزیابی ارائه شده برای ساختمان جدید که شامل کاربری‌های، اداری، آموزشی، خرده‌فروشی، رستوران، سالن، کارخانه، بیمارستان، هتل، آپارتمان مسکونی و مسکونی مستقل است، امکان ارزیابی در مراحل طراحی و ساخت ساختمان را بر اساس کارایی هدف در نظر گرفته شده و مشخصات طراحی فراهم می‌سازد. این ابزار همچنین می‌تواند برای بازسازی استفاده شود که در آن سازه موجود مجدداً استفاده می‌شود. رتبه اختصاص داده شده به ساختمان جدید تا سه سال بعد از اتمام پروژه معتبر است و پس از آن ساختمان می‌بایست بر اساس آخرین نسخه ارائه شده برای ساختمان‌های موجود ارزیابی شود. سیستم نمره‌دهی CASBEE در مقایسه با دیگر سیستم‌های رتبه‌بندی ساختمان سبز پیچیده است. در این سیستم ارزیابی شاخص‌های مختلف در طول دوره حیات بر اساس کیفیت محیط‌زیست ساختمان (Q) و کاهش بار محیط زیستی ساختمان (LR) صورت می‌گیرد. بر اساس این دو معیار میزان شاخص بهره‌وری محیطی ساخت (BEE) محاسبه می‌شود که در نهایت رتبه ساختمان بر اساس این شاخص تعیین می‌شود. کیفیت محیط‌زیست ساختمان (Q) شامل سه زیرمجموعه، محیط داخلی، کیفیت خدمات و محیط سایت می‌شود که هر کدام دارای ضرب تأثیر متفاوتی هستند.

همین‌گونه کاهش بار محیط زیستی ساختمان (LR) نیز به سه زیرمجموعه با ضرب تأثیر مختلف شامل، انرژی، منابع و مصالح و محیط خارج سایت تقسیم می‌شود. در هر یک از این زیرمجموعه‌ها، موارد مختلفی مورد بررسی قرار می‌گیرد. هر یک از این زیرمجموعه‌ها (محیط داخلی، کیفیت خدمات، محیط سایت انرژی، منابع و مصالح و محیط خارج سایت) دارای ضرب تأثیر متفاوتی هستند. همچنین در برخی از موارد، این معیارها خود دارای زیرمجموعه دیگری هستند که هر یک نیز ضرب تأثیر متفاوتی دارند. مجموع ضرب تأثیر موارد یک مجموعه و همچنین زیرمجموعه یک معیار، یک است. در این سیستم، برای هر شاخص سطوح بین یک تا پنج که برابر با امتیاز یک الی پنج است تعلق می‌گیرد. (CASBEE System, 2016)

۶- **سیستم ارزیابی DGNB**: این سیستم در سال ۲۰۰۷ توسط انجمن ساختمان پایدار آلمان با همکاری وزارت حمل‌ونقل، مسکن و امور شهری دولت فدرال تدوین شد. DGNB در سال ۲۰۰۹ با هدف ترویج پایداری در ساختمان و توسعه یک گواهینامه برای ساختمان‌های پایدار در آلمان شروع به کار کرد. این سیستم به اعلامیه محصول زیست‌محیطی که مطابق با استاندارد 14025 ISO و EN ۱۵۸۰۴ توسعه یافته، ارجاع داده می‌شود و بیشتر با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات بر اساس معیارهای کمی محاسبه می‌شود. این سیستم به طور جامع تمام جنبه‌های اساسی ساختمان پایدار را پوشش می‌دهد که شامل شش موضوع کیفیت محیط زیستی، کیفیت اقتصادی، کیفیت اجتماعی فرهنگی و عملکردی، کیفیت فنی، کیفیت فرایندها و کیفیت سایت می‌شود. سه موضوع اول در ارزیابی با هم برابر و هم وزن هستند. این امر باعث می‌شود سیستم DGNB تنها سیستمی باشد که برای هر دو جنبه اقتصادی ساختمان پایدار و معیارهای محیط زیستی اهمیت یکسانی قائل شده است. کیفیت‌های دیگر وزن‌های مختلفی دارند. لازم به ذکر است که امتیازهای اختصاص داده شده در ارزیابی همیشه بر پایه کل چرخه حیات ساختمان هستند.

سیستم DGNB در مراحل پیش از طراحی، طراحی، ساخت و بازسازی برای کاربری‌های اداری، آموزشی، مسکونی - اقامتی، انواع ساختمان‌های تجاری، ساختمان‌های صنعتی اعم از تولید و حمل‌ونقل، هتل و ساختمان‌هایی با کاربری ترکیبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. نحوه امتیازدهی در این سیستم نیز بدین گونه است که DGNB برای هر معیار ارزش و اهداف مورد نظر آن را تعریف کرده است. امتیازات ارزیابی در هر مورد بسته به میزان رعایت آن اهداف و ارزش‌ها اعطا می‌شود. در این سیستم رتبه‌بندی نیز برخی از معیارها بر اساس میزان اهمیت آنها وزن متفاوتی دارند.

به‌طور کلی هر یک از معیارهای ارزیابی حداکثر ۱۰۰ امتیاز دارند (به‌غیر از امتیاز پاداش)، امتیاز کسب شده در هر معیار در وزن مخصوص به خود ضرب خواهد شد. سپس مجموع اعداد به‌دست‌آمده از معیارهای هر کیفیت در وزن کیفیت مخصوص به خود ضرب خواهد شد (حداقل شاخص عملکردی). در نهایت مجموع امتیازات به‌دست‌آمده از مجموع ۶ کیفیت امتیاز نهایی را مشخص خواهد کرد (شاخص عملکردی کل). سطوح رتبه‌بندی DGNB با درصد شاخص عملکردی که در نهایت به دست می‌آید، سنجیده می‌شود و بسته به امتیاز به‌دست‌آمده در ۴ سطح برنز، نقره، طلا و پلاتین رتبه‌بندی می‌گردد. سیستم DGNB متعهد به تشویق و تقویت استانداردهای باکیفیت بالا در هر جنبه‌ای از ساختمان است. به همین دلیل گواهی اعطاشده به‌تنهایی بر اساس شاخص عملکرد کل نیست. به‌منظور دریافت یک گواهینامه مشخص، یک شاخص عملکردی حداقل نیز باید برای هر موضوع (کیفیت سایت استثنا است) که نتایج بر اساس آن است، به دست آورده شود. برای مثال برای دریافت گواهینامه پلاتین، شاخص عملکردی به‌دست‌آمده در ۵ کیفیت اول نباید کمتر از ۶۵٪ باشد. برای طلا و نقره نیز این شاخص برای ۵ کیفیت اول نباید کمتر از ۵۰٪ و ۳۵٪ باشد (DGNB system, 2018).

ز- سیستم ارزیابی IGBC: سیستم ارزیابی ساختمان سبز کشور هند توسط شورای ساختمان سبز این کشور که در سال ۲۰۰۱ تأسیس شده، تدوین شده است. بر اساس مطالب ارائه شده در رابطه با مزایای طراحی و ساخت ساختمان منطبق با الزامات ساختمان سبز، امکان کاهش ۲۰ الی ۳۰ درصدی مصرف انرژی ساختمان، و ۳۰ الی ۵۰ درصدی کاهش آب مصرفی فراهم می‌شود. این سیستم، طرح‌های جداگانه‌ای برای ساختمان‌های مسکونی و غیرمسکونی ارائه کرده است. در طرح ارائه شده برای ساختمان‌های غیرمسکونی سیستم رتبه‌بندی کشور هند، هفت هدف اصلی تعریف شده است. نحوه اختصاص امتیاز برای موارد ارزیابی اهداف مختلف بر اساس اینکه بهره‌بردار ساختمان مالک است یا به‌صورت اجاره‌ای از آن استفاده خواهد کرد، متفاوت تعیین شده است. همانند بیشتر سیستم‌های رتبه‌بندی ساختمان سبز، در این سیستم نیز برای اهداف مختلف موارد پیش‌نیاز تعریف شده است. اهداف ارزیابی در این سیستم شامل موارد معماری و طراحی پایدار، انتخاب و طراحی سایت، صرفه‌جویی در مصرف آب، بهره‌وری انرژی، مصالح و منابع، کیفیت محیط داخل و توسعه و نوآوری است. در این سیستم ارزیابی، بیشترین سهم برای بخش بهره‌وری انرژی اختصاص داده شده است.

ساختار کلی نحوه ارزیابی و تعیین رتبه ساختمان در این روش شبیه به سیستم رتبه‌بندی LEED است. مجموع امتیازات موارد مختلف تعیین شده، برای ساختمان غیرمسکونی و مسکونی آپارتمانی برابر ۱۰۰ امتیاز است. رتبه ساختمان بر اساس مجموع امتیاز دریافتی از موارد مختلف، در چهار رده تعریف می‌شود. بدین صورت که برای ساختمان غیرمسکونی در صورت دریافت ۴۹-۴۰ امتیاز رتبه تأیید شده (Certified)، ۵۰-۵۹ امتیاز رتبه نقره (Silver)، ۶۰-۷۴ امتیاز رتبه طلا (Gold) و با دریافت ۷۵-۱۰۰ امتیاز ساختمان موفق به کسب رتبه پلاتین (Platinum) خواهد شد (IGBC System, 2019).

ح- سیستم ارزیابی GSAS: سیستم ارزیابی پایدار جهانی (GSAS) سیستم رتبه‌بندی ساختمان‌های سبز در کشور قطر است. دسته‌بندی‌های اصلی این سیستم به ۸ معیار اصلی ارتباط شهری، سایت، انرژی، آب، مصالح، محیط داخل، ارزش اقتصادی و فرهنگی و همچنین مدیریت و بهره‌برداری تقسیم شده است که همانند سیستم‌های رتبه‌بندی مطرح در جهان هر یک از این ۸ معیار اصلی ارزیابی زیرمجموعه‌های مربوط به خود را دارند. سیستم رتبه‌بندی GSAS در سه مرحله طراحی و ساخت، مدیریت ساخت و در آخر مرحله بهره‌برداری، پروژه را مورد ارزیابی قرار می‌دهد و در حقیقت یک طرح یکپارچه چرخه حیات پروژه است. در مرحله طراحی و ساخت کاربری‌های مختلف در محله و محدوده شهری و زیرساخت را ارزیابی کرده و برای آن به تناسب امتیازی که کسب می‌کند، گواهینامه صادر می‌کند. سیستم رتبه دهی به این صورت است که هر یک از معیارها یک امتیازی را به خود اختصاص می‌دهند و علاوه بر آن هر معیار دارای وزن مخصوص به خود است. فرایند نمره‌دهی در این سیستم ترکیبی از فرایند نمره‌دهی سیستم‌های BREEAM و CASBEE است. در این سیستم نمره هر یک از معیارها با ۵ سطح تعیین شده است. این سطوح بین ۱ تا ۳ هستند (عدم رعایت مسائل پایه‌ای: ۱-، رعایت مسائل پایه‌ای: ۰، قابل قبول: ۱، بهبود یافته: ۲ و بهینه: ۳). علاوه بر سطح، هر یک از معیارهای ارزیابی (زیردسته‌ها) وزن مخصوص به خود را دارند که مجموع این ضرایب با وزن کلی دسته معیار اصلی برابر است. برای دستیابی به یک امتیاز واحد در این سیستم سطح هر یک از معیارهای ارزیابی در وزن (ضریب تأثیر) خود ضرب شده و با هم جمع می‌شوند. عدد به دست آمده، امتیاز مربوط به دسته اصلی ارزیابی را مشخص می‌کند. در نهایت هنگامی که امتیاز هر یک از دسته‌های اصلی بدین صورت مشخص گردید، امتیازها با هم جمع و رتبه مربوط به پروژه که یک مقیاس ستاره‌ای (۱ تا ۶ ستاره) است، معلوم و به پروژه اعطا خواهد شد (Mostafa J. Sabbagh et al., 2019).

در سیستم رتبه‌بندی GSAS نیز، معیار ارزیابی انرژی بیشترین اهمیت را دارد و پس از آن مباحث آب و محیط داخل و خارج در اولویت قرار دارند. از آنجاکه قطر از جمله کشورهایی است که کم‌آبی از مباحث قابل توجه آن است، این امر بدیهی به نظر می‌رسد.

ط- سیستم ارزیابی PRS (ESTIDAMA): ESTIDAMA در عربی به معنای پایداری است و توسط شورای برنامه‌ریزی شهری امارات، برای تبدیل امارات به الگوی شهرنشینی پایدار ایجاد شده است. هدف آن ایجاد جوامع و شهرهای پایدار با متعادل کردن چهارستون اصلی پایداری شامل محیط‌زیست، اقتصاد، فرهنگ و اجتماع در کنار یکدیگر است. یک از مهم‌ترین بخش‌های ایجاد شده در راستای اهداف ESTIDAMA، تهیه سیستم رتبه‌بندی مروارید است. این سیستم رتبه‌بندی برای ارزیابی ساختمان‌های سبز در سه مرحله طراحی، ساخت و بهره‌برداری ایجاد شده است. رده تعیین شده برای مرحله طراحی تا زمان پایان ساخت معتبر است، و پس از آن، ساختمان از نظر مطابقت با طراحی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و رده آن تعیین می‌شود. رتبه مربوط به زمان بهره‌برداری مخصوص ساختمان‌های موجود و دو سال پس از اتمام ساخت آن است، تا عملکرد ساختمان از نظر پایداری مورد ارزیابی قرار گیرد (Qadir et al., 2019).

سیستم رتبه‌بندی مروارید، در سه سطح ارزیابی جوامع، ارزیابی ساختمان‌ها و ارزیابی ساختمان مسکونی مستقل ارائه شده است. رده ساختمان در سیستم ارزیابی ساختمان‌ها بر اساس مجموع امتیازات دریافتی از موارد تعیین شده در هفت هدف (معیار ارزیابی) مختلف است. این هفت هدف شامل فرایند توسعه یکپارچه، سیستم‌های طبیعی، ساختمان‌های قابل زیست، آب، انرژی،

مصالح و نوآوری است که برای هر هدف موارد پیش نیازی تعریف شده است که می‌بایست رعایت شوند. روش ارزیابی و امتیازدهی این سیستم شبیه به سیستم رتبه‌بندی LEED است (ESTIDAMA System, 2018) در سیستم رتبه‌بندی PRS کشور امارات، موارد ارزیابی مربوط به انرژی و آب بیشترین سهم از امتیازات کل را دارند که هر کدام در حدود ۲۵ درصد است. نکته حائز اهمیت بالا بودن سهم معیارهای ارزیابی مربوط به آب است که همانند کشورهای قطر و مصر، ناشی از شرایط اقلیمی حاد مناطق این کشور، و اهمیت آب در این مناطق است. موضوع ساختمان قابل زیست که شامل معیارهای مربوط به شرایط محیط داخل و خارج ساختمان می‌شود ۲۱ درصد از امتیازات را به خود اختصاص داده است.

جدول ۲- سامانه‌های ارزیابی در کشورهای توسعه یافته (مأخذ: نگارندگان)

سامانه	کلیات	سرفصل معیارها
BREEM	باهداف کاهش اثرات زیست‌محیطی و اطمینان از کاربرد بهترین شیوه‌های هماهنگ با محیط‌زیست در طراحی، ساخت و بهره‌برداری، ساختمان را در طول چرخه عمر آن‌ها مورد ارزیابی قرار داده است و در بیش از ۱۱ کشور کاربرد دارد.	بهداشت و سلامت، مدیریت، انرژی، حمل و نقل، آب، مصالح، پسماند، استفاده از زمین، اکولوژی و آلودگی
LEED	مجموعه‌ای از شاخص‌های لازم برای ارزیابی ساختمان‌سازی پایدار را فراهم می‌کند. آیین‌نامه LEED، توسط شورای ساختمان سبز آمریکا تدوین و از زمان آغاز به کار خود در سال ۱۹۹۸ کرده است.	یکپارچگی، موقعیت و حمل‌ونقل، سایت پایدار، بهره‌وری آب، انرژی و محیط، مصالح و منابع، کیفیت محیط داخلی، نوآوری و اولویت منطقه‌ای
HQE	این سیستم ارزیابی و رتبه‌بندی در سال ۱۹۹۴ در فرانسه توسط انجمن HQE تدوین و تنظیم شد. خدمات و رتبه‌بندی‌های HQE، در طی چرخه حیات ساختمان‌های غیرمسکونی، مسکونی آپارتمانی و مستقل، مراحل طراحی، ساخت‌وساز، بهره‌برداری، بهسازی و تخریب (پایان عمر ساختمان) را پوشش می‌دهد.	انرژی، محیط‌زیست، سلامت و آسایش
DGNB	DGNB در سال ۲۰۰۹ باهدف ترویج پایداری در ساختمان و توسعه یک گواهینامه برای ساختمان‌های پایدار در آلمان شروع به کار کرد.	کیفیت محیط زیستی، کیفیت اقتصادی، کیفیت اجتماعی فرهنگی و عملکردی، کیفیت فنی، کیفیت فرایندها و کیفیت سایت
GREEN STAR	سیستم Green Star در سال ۲۰۰۳ توسط شورای ساختمان سبز استرالیا راه‌اندازی شد تا یک ابزار رتبه‌بندی مشترک برای رهبری محیط‌زیست و آگاهی از جنبش ساختمان سبز ایجاد شود. این سیستم، یک سیستم رتبه‌بندی ملی است که در سطح بین‌المللی شناخته شده است و به طور مستقل تأییدیه‌ای از نتایج پایدار را در سراسر چرخه حیات محیط مصنوع ایجاد می‌کند.	مدیریت، کیفیت محیط داخل، انرژی، حمل‌ونقل، آب، مصالح، استفاده از زمین و اکولوژی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و نوآوری
CASBEE	هدف آن ارزیابی و رتبه‌بندی عملکرد زیست‌محیطی ساختمان است. این سیستم شامل چهار طرح اصلی برای ارزیابی ساختمان است که این چهار طرح متناظر با مراحل چرخه حیات ساختمان هستند و شامل موارد طراحی، ساختمان جدید، ساختمان موجود و مرحله بهسازی می‌شوند.	انرژی، منابع و مصالح و محیط خارج سایت

جدول ۳- سامانه‌های ارزیابی در کشورهای در حال توسعه (مأخذ: نگارندگان)

سامانه	کلیات	سرفصل معیارها
IGBC	توسط شورای ساختمان سبز این کشور که در سال ۲۰۰۱ تأسیس شده، تدوین شده است. امکان کاهش ۲۰ الی ۳۰ درصدی مصرف انرژی ساختمان، و ۳۰ الی ۵۰ درصدی کاهش آب مصرفی فراهم می‌شود. این سیستم، طرح‌های جداگانه‌ای برای ساختمان‌های مسکونی و غیرمسکونی ارائه کرده است.	معماری و طراحی پایدار، انتخاب و طراحی سایت، صرفه‌جویی در مصرف آب، بهره‌وری انرژی، مصالح و منابع، کیفیت محیط داخل و توسعه و نوآوری
GSAS	سیستم رتبه‌بندی GSAS در سه مرحله طراحی و ساخت، مدیریت ساخت و در آخر مرحله بهره‌برداری، پروژه را مورد ارزیابی قرار می‌دهد و در حقیقت یک طرح یکپارچه چرخه حیات پروژه است.	اصولی ارتباط شهری، سایت، انرژی، آب، مصالح، محیط داخل، ارزش اقتصادی و فرهنگی و همچنین مدیریت و بهره‌برداری
ESTIDAMA	هدف آن ایجاد جوامع و شهرهای پایدار با متعادل کردن چهارستون اصلی پایداری شامل محیط‌زیست، اقتصاد، فرهنگ و اجتماع در کنار یکدیگر است.	توسعه یکپارچه، سیستم‌های طبیعی، ساختمان‌های قابل زیست، آب، انرژی، مصالح و نوآوری

در بررسی و مقایسه سرفصل‌ها و معیارهای سامانه‌های ارزیابی نشان می‌دهد که هریک از سامانه‌ها در خصوص اهمیت و ضریب وزنی هر یک از موضوعات در امتیازدهی با دیگر سامانه‌ها تفاوت دارد. به طور مثال سرفصل انرژی در کشور قطر و امارات دارای امتیاز بالاتر از بریتانیا است و این نشان می‌دهد که عمده تفاوت‌های هر سامانه در امتیازدهی به شرایط منطقه‌ای و بومی هر کشور بستگی دارد که نشان از وجود متغیرها و شاخص‌های آن منطقه دارد.

۳- نتیجه‌گیری

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 میانی کلی سامانه نقش مؤثری در سازماندهی ساختار محتوایی معیارها دارد. به‌عنوان مثال، سامانه DGNB، که ساختار ارزیابی خود را منطبق بر اصول سه‌گانه معماری پایدار سامان داده است، در بخش قابل‌توجهی از معیارهای 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 به طور 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 جزءنگر 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.

پس از آمریکا، به ترتیب کشورهای هند، ترکیه، مصر و قطر به بخش انرژی توجه ویژه‌ای نموده‌اند. همچنین مسائل مربوط به آب در سیستم GPRS کشور مصر و سیستم SEAM عربستان سعودی سهم امتیاز بیشتری دارد. همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد، به دلیل اقلیم غالب گرم و بیابانی در این دو کشور، و بحران کم‌آبی در آنها، بدیهی است که آب اولویت اول سیستم‌های رتبه‌دهی مصر و عربستان باشد، و این مورد نسبت به سایر کشورهای بررسی شده از اهمیت بیشتری برخوردار باشد. عربستان در بخش سایت و مصالح، نسبت به سایر کشورها، در سیستم رتبه‌دهی خود توجه کمتری داشته است. از طرفی در سیستم GPRS مصر، به بخش حمل‌ونقل، نسبت به سایر سیستم‌ها، اهمیت بیشتری داده شد که این امر به سیاست‌گذاری‌های داخلی و رویکردهای محلی هر کشور، در این خصوص، ارتباط دارد. بقیه موارد ارزیابی کمابیش بین سیستم‌های مختلف از اهمیت یکسانی برخوردار است، و تفاوت قابل‌ذکری مشاهده نمی‌شود.

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 شده است و در آن مباحثی چون مصالح، آب، انرژی یا پسماند - به‌مانند آنچه در LEED و BREEAM و در قالب سرفصل‌های محیطی و مجزا عنوان شده - طرح نمی‌شود؛ به‌جای آن سرفصل‌های مذکور متناظر با ویژگی‌هایشان در بطن کیفیت ساختمان و در قالبی کلی سنجش می‌شود. به‌عنوان مثال در سامانه DGNB، کیفیت اقتصادی، محیطی و فنی به‌دست‌آمده از بهره‌وری و صرفه‌جویی انرژی سنجیده می‌شود و ارزیابی انرژی به‌صورت منفک و مجزا صورت نمی‌گیرد، در حالی که سرفصل انرژی یکی از اصلی‌ترین سرفصل‌های سه سامانه BREEAM و LEED و HQE بوده؛ از بار وزنی عمده‌ای برخوردار است. در این سامانه‌ها ارزیابی میزان مصرف و صرفه‌جویی انرژی در ساختمان موضوعیت داشته؛ سنجش کیفیت حاصل از صرفه‌جویی انرژی مدنظر نیست. رویکرد اتخاذی سامانه‌های DGNB و CASBEE به دلیل توجه به کیفیت کلی ساختمان، رویکردی کل‌نگر است. در قیاس با موارد فوق، LEED و BREEAM در دسته سامانه‌های جزءنگر طبقه‌بندی می‌شوند؛ چراکه در آن‌ها ابتدا معیارهای محیطی و کیفی ساختمان به طور مجزا ارزیابی شده؛ از برآیند اجزا و طی فرایند 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 جزءنگر با سنجش آیتم‌هایی مانند انرژی، مصالح، آب، میزان مصرف، و حفاظت منابع محیطی را ارزیابی می‌نمایند. در این میان HQE رویکردی بینابینی داشته، اما از آنجاکه ساختار ارزیابی آن شباهت بیشتری با LEED و BREEAM دارد، در دسته سامانه‌های جزءنگر طبقه‌بندی شده است.

بررسی حوزه اثرگذاری معیارها و بازه تأثیرات آن‌ها، حاکی از آن است که یکی از اصلی‌ترین تفاوت‌های موجود بین سامانه‌های کل‌نگر و جزءنگر، در محدوده اثرگذاری و بازه تأثیرات معیارها تجلی می‌یابد. بدین معنی که محدوده اثرگذاری عمده معیارهای سامانه جزءنگر 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؛ درحالی‌که اغلب معیارهای سه سامانه جزءنگر از آن جا که نحوه مصرف و استفاده از منابع را مدنظر دارند، عمدتاً دوره بهره‌برداری ساختمان را خطاب قرار می‌دهند.

برخی از سامانه‌ها با در نظر گرفتن معیار اولویت منطقه‌ای راهکارهایی در جهت تعمیم‌پذیری سامانه‌ها ارائه می‌دهند. اما در کنار تمهیداتی که در این سامانه‌ها در نظر گرفته شده، عناصر اقلیمی و خاص هر منطقه و نیز انطباق شرایط محیطی، اقتصادی، بومی و بهره‌گیری از متخصصان محلی برای یکسان‌سازی و انطباق سامانه‌ها باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین برخی دیگر از سامانه‌ها هیچ نسخه‌ای برای کشورهای دیگر ارائه نمی‌دهند. اما برای استفاده از برخی از معیارهای آن‌ها می‌توانند با الگوهای منطقه‌ای تطبیق داده شوند.

منابع

۱. دفتر امور مقررات ملی ساختمان، (۱۳۹۹)، «مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان صرفه‌جویی در مصرف انرژی»، چاپ ششم، نشر توسعه ایران.
۲. رویان، لاله و فرج‌اللهی راد، امیر و خزاعی، مریم (۱۳۹۴)، «معرفی سیستم‌های رتبه‌بندی ساختمان جهانی باهدف ارزشیابی پایداری در ساختمان‌ها»، دومین کنفرانس بین‌المللی و سومین همایش ملی کاربرد فناوری‌های نوین در علوم مهندسی، مشهد.
۳. حسن قلی‌نژاد یاسوری، کبری، مفیدی شمیرانی، سید مجید، و قبادیان، وحید (۱۳۹۹)، «ارزیابی متغیرهای منطقه‌ای ساختمان‌های مسکونی در اقلیم گرم و خشک مبتنی بر تحلیل و مقایسه سامانه‌های ارزیابی پایداری». معماری و شهرسازی پایدار، دوره ۸، شماره ۱، صص ۳۱-۴۸.
۴. سروش، علی، (۱۳۸۹)، «سامانه‌های ارزیابی ساختمان‌های پایدار»، مجله علمی معماری و شهرسازی، شماره ۸۱.
۵. شفیعی دستجردی، مسعود، صادقی، نگین، رفیعی، مریم، (۱۳۹۹)، «کمینه‌سازی مصرف انرژی از طریق بهینه‌یابی مصالح پوسته خارجی در مقیاس بلوک شهری نمونه موردی: بافت فرسوده همت‌آباد (منطقه ۶ شهر اصفهان)»، باغ نظر، دوره ۱۷، شماره ۹۱، صص ۹۵-۱۱۰.
۶. کریمیان، مولود و کاری، بهروز و فیاض، ریما، (۱۳۹۷)، «بررسی پیشینه بهسازی انرژی در جهان و ضرورت بهسازی انرژی ساختمان‌های موجود»، اولین همایش ملی ساختمان پایدار و انرژی (چالش‌ها، ضرورت‌ها و راهکارها)، اصفهان.
۷. گرجی مهبلیانی، یوسف و متولی الموتی، زهرا و شهسواری، فرزانه، (۱۳۹۴)، «بررسی شاخص‌های سیستم لید به منظور ارزیابی ساختمان‌های پایدار»، کنفرانس بین‌المللی مهندسی و علوم کاربردی، امارات، دبی.
۸. مهربان، آیدا و مفیدی شمیرانی، سید مجید، (۱۳۹۶)، «شاخص‌های منطقه‌ای پایداری در تعمیم‌پذیری سامانه‌های بین‌المللی ارزیابی پایداری ساختمان‌ها»، معماری و شهرسازی ایران، دوره ۸، شماره ۲، صص ۹۹-۱۲۳.
۹. مفیدی شمیرانی، سید مجید، طاهباز، منصوره و مهربان، آیدا، (۱۳۹۷)، «چارچوب مقایسه معیارهای ارزیابی در سامانه‌های رتبه‌بندی محیطی و پایداری ساختمان؛ نمونه موردی (سامانه‌های LEED, CASBEE DGNB, HQE, BREEAM)»، نشریه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره بیستم، شماره ششم.
10. Abudhabi Urban Planning Council (UPC). (2018). "The Pearl Rating System for Estidama".
11. Alyami, S. (2015). The development of sustainable assessment method for Saudi Arabia built environment. Ph.D Thesis, Cardiff University, Cardiff, Wales.
12. Arias, A. S. M. (2013). Facade Retrofit: Enhancing Energy Performance in Existing Buildings (Doctoral dissertation, University of Southern California).
13. BP Statistical Review of World Energy June (2012). Energy Academy and Centre for Economic Reform and Transformation, Heriot-Watt University, BP p.l.c.
14. BRE BREEAM. (2016). HYPERLINK "http://www.breeam.com".
15. DGNB system – New buildings criteria set, (2018).
16. Dudley, B. (2018). BP. statistical review of world energy. BP. statistical review. London: UK.
17. EIA,U.S. Energy Information Administration. (2013) Iran, March, Vol. 28. Full Report.
18. Green Building, History of Green Building. Available at: http://www.Marbleinstitute.com/pdfs/history_ston_in_green_building.pdf.
19. Hong, T. (2018). IEA EBC annexes advance technologies and strategies to reduce energy use and GHG emissions in buildings and communities. Energy and Buildings, 158, 147-149.
20. HQE Association HQE. (2016). HYPERLINK "http://www.behqe.com/"http://www.behqe.com/ .

21. IEA, IRENA, UNSD, WB, WHO (2019), Tracking SDG 7: the Energy Progress Report, Washington DC.
22. Indian Green Building Council. (2019). IGBC rating systems <https://igbc.in/igbc/>
23. JSBC CASBEE. (2016). see information in: HYPERLINK <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english>
24. Konstantinou, T. (2014). Façade Refurbishment Toolbox: Supporting the Design of Residential Energy Upgrades. Netherlands: Delft University of Technology, Faculty of Architecture and The Build Environment.
25. Niksefat, E., & Taghizade, K. (2020). A Methodology for Selecting and Prioritizing Suitable Criteria for Sustainability Assessment of the Buildings and Development of Iran's Sustainable Building Rating System (ISBRS). *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 15(6), 1351-1358.
26. Qadir, G., Haddad, M., & Hamdan, D. (2019). Potential of energy efficiency for a traditional Emirati house by Estidama Pearl Rating system. *Energy Procedia*, 160, 707-714.
27. Sabbagh, Mostafa J., Osama E. Mansour, and Abdulaziz A. Banawi. (2019). "Grease the Green Wheels: A Framework for Expediting the Green Building Movement in the Arab World" *Sustainability* 11, no. 20: 5545. <https://doi.org/10.3390/su11205545>
28. Santamouris, M. (2016). Innovating to zero the building sector in Europe: Minimising the energy consumption, eradication of the energy poverty and mitigating the local climate change. *Solar Energy*, 128, 61-94.
29. Suzer O. (2015). A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems. (154), pp. 266 – 283.
30. USGBC LEED. (2020). see information in: HYPERLINK "<http://www.usgbc.org/leed>" <http://www.usgbc.org/leed> .
31. Wan, K. K., Li, D. H., Pan, W., & Lam, J. C. (2012). Impact of climate change on building energy use in different climate zones and mitigation and adaptation implications. *Applied Energy*, 97, 274-282.
32. Zhang, X., Zhan, C., Wang, X., & Li, G. (2019). Asian green building rating tools: A comparative study on scoring methods of quantitative evaluation systems. *Journal of Cleaner Production*, 218, 880-895.