DOR:

مجله علمی
پژوهش‌های معماری نوین
دوره اول، شماره ۲، زمستان ۱۴۰۰
صفحات ۶۲-۳۹

Architectural Technologie
Studies Journal
Vol. 1, No. 2, Winter 2022
Pages 39-62

مقاله پژوهشی

مقایسهٔ سامانه‌های رتبه‌بندی ساختمان‌های پایدار در راستای تدوین شاخص‌های ارزیابی پایداری در اقلیم سرد و خشک ایران

الهه نوری سقرلو[1]*، و وحید قبادیان[2]

۱. استادیارگروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول).
e.segherlou@qodsiau.ac.ir

۲. استادیارگروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
Vah.Qobadiyan@iauctb.ac.ir

تاریخ دریافت: [۱۴۰۰/۸/۱۰] تاریخ پذیرش: [۱۴۰۰/۱۰/۲۸]

چکیده

امروزه با شاخص‌های پرشمار و متنوعی در بحث پایداری برخورد می‌کنیم. این شاخص‌ها پایداری را به مفاهیم دیگری مانند رفاه، سلامتی، انسجام اجتماعی و ... مرتبط می‌کنند و در زمان طراحی، برنامه‌ریزی، ساخت‌وساز و بهره‌برداری مد نظر قرار می‌گیرند؛ ازاین‌رو طراحی سامانهٔ ارزیابی پایداری برای مناطق مختلف ایران امری ضروری و مفید در راستای توسعهٔ پایدار این مرز و بوم است. هدف از این پژوهش نشان‌دادن «تعمیم‌ناپذیری سامانه‌های بین المللی برای استفاده در مناطق و اقلیم‌های مختلف» و «الزام بومی‌سازی سامانه‌های ارزیابی» و همچنین تأکید بر لزوم طراحی سامانهٔ ارزیابی باتوجه‌به معضلات و امکانات بستر، توجه به ظرفیت‌های مکانی، الگوگیری از معماری سنتی پایدار اقلیم و همچنین مطالعات بوم‌شناسی اقلیم سرد و خشک ایران است. این پژوهش سعی دارد ابتدا با تحلیل مبنای تولید سیستم‌های ارزیابی پایداری و ریشه‌های وزن‌دهی سیستم‌های بین‌المللی، بومی و منطقه‌ای بودن این سیستم‌ها را اثبات کند و سپس باتوجه‌به شاخص‌های اساسی پایداری، ساختار و عناصر معماری اقلیم سرد و خشک و نیز شاخص‌های ارزیابی ساختمان های پایدار اقلیم سرد و خشک ایران را تدوین کند. ابتدا با مطالعهٔ سیستم‌های ارزیابی موجود به‌عنوان مطالعهٔ موردی این نتیجه به دست آمد که در تمامی سامانه‌ها (حتی سامانه‌های بین‌المللی) ضرایب منطقه‌ای در وزن‌دهی شاخص‌ها تأثیرگذار بوده و عملاً با بستر منطقه‌ای طراحی شده‌اند. با اتکا بر یافته‌های پژوهش و باتوجه‌به سامانه‌های ارزیابی بررسی‌شده، ضرایب سرفصل‌ها و شاخص‌ها عمدتاً بر مبنای شاخص‌های منطقه‌ای محاسبه شده‌اند؛ بنابراین این سیستم‌ها با وجود ادعای طراحی بین‌المللی، قابل تعمیم به مناطق دیگر نیستند و الزام بومی‌سازی و طراحی جداگانهٔ سیستم ارزیابی برای هر منطقه دیده می شود. با تحلیل یافته‌ها از نتایج تکنیک دلفی و بررسی موقعیت اجتماعی و اقلیمی محدودهٔ مورد مطالعه، شاخص‌های پیشنهادی برای اقلیم سرد و خشک ارائه گردیده است.

واژگان کلیدی: اقلیم سرد و خشک، سامانه‌های ارزیابی پایداری، ضرایب منطقه‌ای.

۱- مقدمه

در ایران بالابودن مصرف انرژی نسبت به میانگین جهانی و استفاده از منابع تجدیدناپذیر چون نفت و گاز از یک سو و بحران هویت در معماری از سوی دیگر نیاز به حرکت به‌سوی توسعهٔ پایدار را ضروری می‌سازد. در راستای دستیابی به این مهم می‌بایست زیرساخت‌های لازم فراهم گردد. یکی از مهم‌ترین موارد، تدوین سامانه‌ای برای ارزیابی و کنترل این توسعه است (نقاشیان، بویه، و توکلی، ۱۳۹۱). اجرای چنین استانداردهایی در کشور ما نیز می‌تواند بسیاری از مسائل شهری و ترافیکی را سروسامان دهد و موجب صرفه‌جویی در مصرف سوخت و منابع اولیهٔ تجدیدناپذیر، کنترل آلودگی هوا، به‌حداقل رساندن زباله‌های ساختمانی و بسیاری مسائل زیست‌محیطی دیگر گردد.

اکثر سیستم‌های رتبه‌بندی تلاش می‌کنند تا رویکردی جامع به کارایی و عملکرد ساختمان یا جامعه داشته باشند؛ درعین‌حال برخی از این سیستم‌ها فقط جنبه‌هایی را که راحت‌تر قابل‌دسترسی و یا ارزیابی است، در نظر می‌گیرند. سیستم‌های رتبه‌بندی برای تعیین هدف و تصمیم گیری به کاربران کمک می‌کنند و مالکان و ساکنان را تشویق می‌کنند تا با هم کار کنند. این سیستم‌ها ممکن است هم‌زمان پیشنهاداتی دربارهٔ چگونگی ترکیب عناصر سبز در طراحی و اجرای ساختمان‌های با معیارهای قابل انعطاف ارائه دهند. اگرچه ضوابط و سیستم‌های رتبه‌بندی ساختمان‌های پایدار ممکن است اهداف مشترکی را دنبال کنند، ساختار آن‌ها کاملاً متفاوت است. سیستم‌های رتبه‌بندی به‌عنوان ضوابط ساختمانی طراحی نشده‌اند؛ اما می‌توان آن‌ها را برای رسیدن به ضوابط مورد نظر اصلاح کرد (Zuo & Zhao, 2014).

مؤسسهٔ تحقیقات ساختمان BRE انگلستان در سال ۱۹۸۸ اولین سیستم ارزیابی ساختمان‌های پایدار در جهان، مؤسسهٔ تحقیقات روش ارزیابی زیست‌محیطی ساختمان [1] را ایجاد کرد که در سال ۱۹۹۰ راه‌اندازی شد. تقریباً دو دهه بعد صدها سیستم ارزیابی اجباری و داوطلبانه برای بناها، محصولات و فناوری در سراسر جهان در دسترس قرار گرفت. تیم سوماس، رئیس مؤسسهٔ سیستم ارزیابی زیرساخت‌های پایدار، گزارش داد زمانی که آن‌ها سیستم ارزیابی انویژن را در سال ۲۰۱۱ طراحی می‌کردند، بیش از ۹۰۰ سیستم امتیازبندی مختلف برای زیرساخت‌های پایدار در سراسر جهان شناخته شده بود (Poston, Emmanuel, & Thomson, 2010).

آنچه چندین سیستم متفاوت در جهان را به وجود آورده، این است که سامانه‌های ارزیابی اکثراً ملی و یا حتی بین‌المللی هستند، درحالی‌که مفهوم پایداری توجهی ویژه به شرایط و مسائل محلی دارد. اگرچه طبیعت به‌طورکلی یک حس مشترک از زندگی بر روی زمین را دارد، شرایط محلی این احساس را در جزئیات به‌طورکامل متفاوت می‌کنند (فرزادی‌پور و احسانی‌مهر، ۱۳۹٤) فرضیهٔ پژوهش پیش رو این است که مدل های ارزیابی زیست‌محیطی جهانی مانند LEED، BREEAM، CASBEE و ... که درحال‌حاضر استفاده می‌شوند، قابل‌انطباق با تنوع‌های اقلیمی و همچنین شرایط اجتماعی و فرهنگی و منطقه‌ای محیط‌زیست ایران نیستند. باتوجه‌به موضوع پژوهش به‌منظور امکان‌سنجی تعمیم سامانه‌های ارزیابی برای ایران (اقلیم سرد و خشک)، ساختار تحقیق بر مبنای رویکرد تطبیقی و مقایسه‌ای معیارهای ارزیابی و طبقه‌بندی آنان پایه‌گذاری شده است. مزیت این ساختار امکان شناسایی دقیق معیارها و استخراج مبانی و مفاهیم مستتر در سامانه‌ها را فراهم آورده است. علاوه‌براین بررسی پیشینهٔ تحقیق صورت‌گرفته در این زمینه، کاربرد وسیع این روش در تحقیق‌های مشابه گذشته را نشان می‌دهد. در مجموع فرآیند پژوهش در دو بخش صورت می‌گیرد؛ بخش اول ابتدا به معرفی سامانه‌های ارزیابی موجود و سپس به بررسی سامانه‌هایی می پردازد که به‌عنوان سامانه‌های بین‌المللی طراحی شده‌اند و یا با ضرایب و شاخص‌های منطقه‌ای به‌عنوان شاخص‌های بین‌المللی نیز کاربرد دارند. در بخش دوم پژوهش که بر یافته‌های بخش اول متکی است، به الزام بومی‌سازی شاخص‌های پایداری باتوجه‌به شاخص‌های اقلیمی پرداخته شده است و هدف آن کشف رابطهٔ شاخص‌های منطقه‌ای با وزن‌دهی و انتخاب معیارها در سیستم‌هایی است که به‌عنوان سامانهٔ بین المللی تدوین شده‌اند. روش جمع‌آوری اطلاعات در دو بخش از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی مقالات و پژوهش‌های موجود و تحلیل آن‌ها با روش تحلیلی-توصیفی صورت گرفته است.

1- BRE Environmental Assessment Method (BREEAM)

۲- مرور مبانی نظری و پیشینه

کشور ایران دارای اقلیم‌های متفاوتی است. ۳۳ ٪ از کل کشور اقلیم سرد و خشک است. یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر طراحی شهرها اقلیم است؛ آن‌چنان‌که تأثیر آن بر بافت، فرم شهر و تک‌تک بناهای یک شهر دیده می‌شود. بررسی مطالعات اقلیمی و پایداری نشان‌دهندهٔ ضرورت توجه به معماری پایدار در ایران به‌ویژه در اقلیم سرد و خشک است؛ زیرا بیشترین مصرف انرژی و درنتیجه اتلاف آن به‌خصوص در فصول سرد سال در این اقلیم دیده می‌شود. به غیر از این، شرایط اقلیمی منطقه به‌گونه‌ای است که امکان استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نیز وجود دارد.

شاهین حیدری در تحقیقی نتایج مقایسهٔ دماهای مختلف در شهر تبریز (نمونه موردی کلان‌شهرهای اقلیم سرد و خشک) را فراهم می آورد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهند که در شهری که به‌عنوان نمونهٔ مطالعاتی انتخاب شد، با فرض طراحی مناسب اقلیمی چه اندازه به تجهیزات فعال نیاز است (حیدری و غفاری، ۱۳۸۹). کاظمی و همکاران نیز در پژوهشی تأثیر طراحی پایدار در اقلیم سرد و کوهستانی ایران را بررسی کرده‌اند. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان می‌دهد، درک اهمیت نقش معماری بومی به ایجاد رویکردی پایدار در معماری منجر می‌شود و با بررسی و شناخت ویژگی‌های اقلیمی منطقه و ارائهٔ طرح‌های مناسب و هماهنگ با اقلیم، اهمیت بسزایی در بالابردن کیفیت فضا و صرفه‌جویی در مصرف انرژی و هزینه دارد (پیله‌وروطن دوست، تهرانی فر و کاظمی، ۱۳۹۷). می‌توان گفت عوامل اقلیمی از مهم‌ترین عواملی هستند که بر ساخت‌وسازها در تمامی زمان‌ها و مکان‌ها تأثیر دارند و یکی از عوامل اصلی شکل‌گیری معماری بومی هستند؛ به همین دلیل است که معماری پایدار به طراحی اقلیمی و معماری بومی توجه دارد.

آنچه در این پژوهش بررسی شده است، تعمیم‌ناپذیری سامانه‌ها (حتی سامانه‌هایی که به‌صورت بین‌المللی و با ضرایب منطقه‌ای تدوین شدند) به سایر کشورها و اقلیم‌ها است. از طرفی برخی معیارهای عمومی در این سیستم‌ها دیده شده‌اند که چالش‌ها و اولویت‌های جهانی را اندازه‌گیری می‌کنند. این موضوع دربرگیرندهٔ چالش‌های خرد منطقه‌ای، اجتماعی، فرهنگی و اقلیمی نیست.

ابونیما در راستای تدوین شاخص‌های خاص برای عربستان در مقالهٔ خود به شاخص و همچنین شاخص عام اشاره و تصریح می‌کند که اولویت‌های خاورمیانه با اروپا و آمریکا متفاوت است و درنتیجه شاخصه‌های منطقه‌ای آن‌ها متفاوت خواهد بود. برای مثال همان گونه که در سیستم LEED اشاره شده است، ایجاد تسهیلات برای دوچرخه (محل پارک، مسیر و ...) در ساختمان امتیاز خواهد داشت؛ درصورتی‌که در یک منطقهٔ حاره‌ای مثل عربستان استفاده از دوچرخه خیلی مفهوم نخواهد داشت (Abunimah, 2012).

دو سیستم معروف ارزیابی بین‌المللی (لید و بریام) در راستای تدوین سیستم‌های ارزیابی خود ادعا دارند که این دو سیستم برای تمام دنیا طراحی شده است؛ این در حالی است که کشورهای خاورمیانه با آب‌وهوای خشک و کمبود منابع آبی مواجه‌اند و به تجهیزات سرمایشی نیاز بیشتری دارند و از سویی منابع انرژی زیادی در اختیار دارند و کشورهای اروپایی و آمریکای شمالی با کمبود منابع انرژی مواجه‌اند و برای تأمین منابع آب مشکلی ندارند. همچنین اهمیت انرژی نسبت به آب در این دو سیستم دیده می‌شود. علاوه‌براین کشور انگلستان و اکثر مناطق اروپایی دارای آب‌وهوای سرد هستند و به تجهیزات گرمایشی نیاز دارند و این موضوع در سیستم بریام به‌عنوان شاخص و معیار اساسی دیده شده است (Mohammadi, Mofidi, & Tahbaz, 2020). پس هر منطقه‌ای معیارهای خاصی برای اندازه‌گیری اولویت‌ها و چالش‌های محیطی خودش نیاز خواهد داشت.

در بیانیهٔ ۲۱ توسعهٔ پایدار به این موضوع صراحتاً اشاره شده که: «توسعهٔ پایدار رویکردهای متفاوتی داشته و در کشورهای مختلف اولویت‌های متفاوتی را پذیرفته است (Li, Lai, Xiao, Tam, Guo & Zhao, 2014)»؛ اما در ارزیابی‌های مطرح‌شده در سامانه‌های بین المللی این اختلاف رویکرد دیده نمی‌شود.

در آخرین تغییرات سیستم رتبه‌بندی LEED(بازنگری۵)، معیاری تحت عنوان اولویت‌های منطقه‌ای و با ٤ امتیاز به چشم می‌خورد. این اعتبار نشان‌دهندهٔ آن است که اولویت‌های منطقه‌ای و محلی هر روز برای استفاده‌کنندگان از این سیستم‌ها بیشتر مشخص می‌شود. می‌توان گفت یکی از دلایلی که کشورهای مختلف به دنبال یک سیستم رتبه‌بندی اختصاصی هستند، توجه به شاخص‌های محلی و منطقه‌ای است.

آبل و همکاران با بررسی چند سیستم رتبه‌بندی، با ابزار مصاحبه و پرسش‌نامه، معیارهای تأثیرگذار بر روی موضوع پایداری ساختمان‌های مسکونی را در اقلیم عربستان بررسی کرده و نشان داده است که سیستم‌های محلی به دلیل توجه به اولویت‌های خاص آن منطقه نسبت به سیستم‌های بین‌المللی موفق‌تر عمل می‌کنند (Abel & Foster, 2012). ازاین‌رو در بسیاری از مطالعات بر ناکافی‌بودن سیستم‌های ارزیابی بین المللی برای تعمیم کامل بر ارزیابی ساختمان‌های پایدار مناطق مختلف، تأکید شده است.

این مطالعه بر آن است تا مفهومی جدید از سیستم ارزیابی مطابق با نیازهای بومی و منطقه‌ای و اقلیمی بیان کند؛ درحالی‌که بسیاری از مطالعات با معیار قراردادن یکی از سیستم‌های ارزیابی بین‌المللی سعی در اصلاح سیستم و تغییر ضرایب باتوجه‌به شرایط خاص منطقه داشته اند. این پژوهش سعی دارد ابتدا با تحلیل مبنای تولید سیستم‌های ارزیابی پایداری و ریشه‌های وزن‌دهی سیستم‌های بین‌المللی، ذات بومی و منطقه‌ای بودن این سیستم‌ها را اثبات کند و سپس باتوجه‌به شاخص‌های اساسی پایداری، استانداردهای پایداری در شکل‌گیری ساختار و عناصر معماری اقلیم سرد و خشک را تدوین کند. در جدول ۱ مقالاتی با عناوین مشابه بررسی می‌شود (در این جدول صرفاً آن قسمتی از مقالات آورده شده است که در راستای تحلیل شاخص‌های بومی و منطقه‌ای تدوین شده‌اند).

جدول ۱. بررسی پیشینهٔ تحقیق

محدودهٔ بررسی‌شده در مطالعه	عنوان	نویسنده	سال چاپ
ارزیابی و امتیازدهی دو ساختمان مسکونی سبز توسط دو سامانهٔ itaca و LEED	A review of unconventional sustainable building insulation materials	Asdrubali, Francesco D'Alessandro, Francesco Schiavoni, Samuele	2015
بررسی اولویت‌های محیطی سامانهٔ LEED و نحوهٔ تعمیم این سامانه به سایر مناطق به وسیلهٔ شاخص های منطقه‌ای (Suzer, 2015)	A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems	Suzer, Ozge	2015
ضمن اینکه بررسی و مطالعهٔ دقیقی بر روی سیستم‌های رتبه‌بندی موجود مثل BREEAM، LEED، GBTool، CASBEE و HK-BEEM انجام داده است، سیستم جدیدی به نام TPSI معرفی کرده که مختص ساختمان‌های بلند است. همچنین ضمن معرفی و برشمردن مزایا، نحوهٔ کار با آن را تشریح نموده است (guyen, 2011).	TPSI (Tall- Building Project Sustainability Indicator)	Binh K.Nguyen	2011
بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ تعداد ۷۴۳ مقاله در ۱۲ ژورنال به چاپ رسیده است. از این تعداد ۴۸ مقاله در ژورنال‌های تخصصی عمران-معماری بوده است. نویسنده تشریح می‌کند که مقالات در این هفت حوزه به چاپ رسیده‌اند: ۱. مدیریت پروژهٔ پایدار، ۲. ارزیابی پایداری، ۳. تکنولوژی پایدار، ٤. ساختمان پایدار، ٥. سیاست‌های دولت در زمینهٔ پایداری، ٦. پایداری سرمایه‌گذاری و ۷. آموزش پایداری (Li, Lai, Xiao, Tam, Guo & Zhao, 2014).	sustainable construction trends in journal	Bo Xia	2014

2012	Mohammad Gamal Ammar	Evaluation of the Green Egyptian Pyramid	سیستم GPRS مصر را با چند سیستم دیگر مثل SNAS آفریقا، LEED، ESTIMADA امارات متحده و QSAS قطر به روش تحلیل، تطبیق، مقایسه و سپس توصیه‌هایی برای توسعهٔ GPRS ارائه نموده است. سه سیستم رتبه‌بندی را در استرالیا مطالعه کرده و ضمن برشمردن شباهت‌ها، اختلافات و مزایای هریک از آن‌ها را نقد کرده است (ammar, 2012).
2014	Saleh H.alyami	The development of Sustainable assessment method for Saudi Arabia built environment: weighting system	ضمن برشمردن این مطلب که BREEAM و LEED منطبق بر شرایط عربستان نیستند، با استفاده از تشکیل یک تیم از خبرگان و با استفاده از روش AHP، ضمن برشمردن شاخصه‌ها و وزن‌دهی به آن، در نهایت مدل SEAM را برای عربستان پیشنهاد داده است (alyami, 2014).
2011	Binh K.Nguyen	Comparative review of five sustainable rating systems	پنج سیستم رتبه‌بندی پایداری را مطالعه و بر اساس معیارهایی آن‌ها را بررسی کرده‌اند. ضمن انتخاب بهترین سیستم، پیشنهاداتی برای طراحان و مالکان پروژه‌ها برای استفاده از این سیستم‌ها ارائه کرده‌اند (Banihashemi, 2011).
2014	Todd	compare and discuss the selected tools in order to explore the contributions of GBC و its potential role in the future	GBC بیشتر به‌عنوان مرجع و مبنایی برای ایجاد یک روش ارزیابی داخلی مفید است. زمینه‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و تاریخی هریک نقش مهمی در تعیین نوع موانع و فرصت‌هایی دارند که کشورهای درحال‌توسعه برای تولید یک روش ارزیابی داخلی با آن روبه‌رو می‌شوند. GBC نقش مهمی در بحث مداوم ارزیابی عملکرد ساختمان‌ها ایفا کرده است و می‌تواند نقش مهمی در آینده ایفا کند. (International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB), 2014)
2008	DING	An overview و analysis of environmental rating tools used in different countries	مفاهیم توسعهٔ پایدار در ساخت‌وساز کمک می‌کنند تا رشد اجتماعی و اقتصادی را در طول زمان در جامعه برقرار سازند. روش‌های ارزیابی محیطی درحال‌حاضر به اندازهٔ کافی و به‌راحتی، اثرات زیست‌محیطی را در یک نرم‌افزار اندازه‌گیری واحد در نظر نمی‌گیرند. این روش‌ها یک چهارچوب روش شناختی برای اندازه‌گیری و نظارت بر

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

عملکرد زیست‌محیطی ساختمان‌ها، هشداردادن به حرفه‌های ساختمانی دربارهٔ اهمیت توسعهٔ پایدار در روند ساخت‌وساز است. ارتباطات گسترده، تعامل و شناخت بین اعضای تیم طراحی و بخش های مختلف در صنعت مورد نیاز برای ترویج محبوبیت روش‌های ارزیابی موجود است.

جمع‌بندی پژوهش‌های انجام‌شده حاکی از این است که درحال‌حاضر با وجود مطالعات زیاد و پراکنده دربارهٔ بررسی و تحلیل سیستم های ارزیابی، خصوصاً دربارهٔ تأثیرات منطقه‌ای و بومی و اقلیمی بر فرآیند شکل‌گیری سامانه‌ها و همچنین وزن‌دهی این سیستم‌ها، مطالعهٔ مدونی صورت نگرفته است. لذا این پژوهش از حیث تبیین میزان اثرگذاری شرایط بومی و اقلیمی بر روند طراحی و امتیازدهی سیستم‌های ارزیابی موجود، بدیع و جدید است.

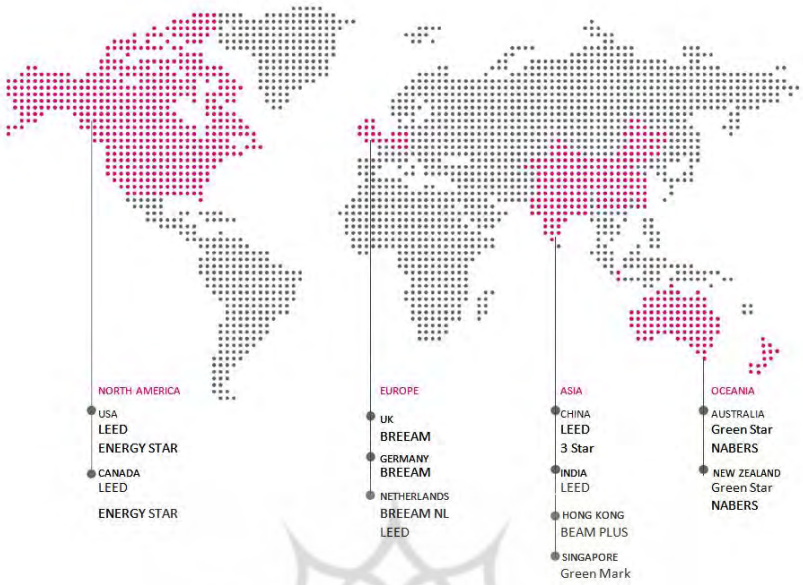
۲-۱- بررسی سامانه‌های ارزیابی ساختمان‌های پایدار دنیا

سیستم‌های ارزیابی ساختمان‌ها چهارچوبی مؤثر را برای ارزیابی کارکرد محیطی ساختمان فراهم می‌آورند و توسعهٔ پایدار را با ساخت‌وساز و ساختمان ادغام می‌کنند (هدایتی‌راد، شبانکاری، ضرغامیان، ۱۳۹۵). علاوه‌براین می‌توانند به‌عنوان ابزار و برنامهٔ طراحی از طریق تنظیم پیش‌نیازها و اهداف طراحی پایدار (توسعهٔ استراتژی‌های مناسب توسعهٔ پایدار) و تعیین معیارهای عملکردی برای راهنمایی طراحی پایدار و پروسه‌های تصمیم‌گیری استفاده شوند و نیز یک ابزار مدیریتی به جهت سازماندهی و پاسخگویی به نگرانی‌های محیطی در طول طراحی، ساخت و کارکرد ساختمان باشند. در کل طراحی سیستم‌ها در دو مقیاس خرد و کلان انجام می‌شوند؛ مقیاس خرد شامل دو مرحله و مقیاس کلان شامل یک مرحله است.

شکل ۱. نمودار روند کلی طراحی سیستم‌های ارزیابی

اولین بار سیستم BREEAM برای ارزیابی عملکرد ساختمان‌ها و به طور جامع در انگلستان توسعه یافت و توانست چهارچوبی برای اعطای گواهینامهٔ تأیید به ساختمان‌های سبز وضع کند (Ismaeel, 2019). بر همین اساس سیستم‌های دیگری در کشورهای مختلف تهیه شد؛ ازجمله می‌توان به LEED و GREEN STAR که دارای بیشترین استفاده و اقبال عمومی هستند، اشاره کرد. بیش از ۳٤ سیستم امتیازدهی ساختمان سبز یا ابزار بررسی محیطی وجود داشت که این میزان احتمالاً در حال افزایش است. هرکدام از این موارد به منظور طراحی،

ساخت و بهره‌برداری مسئولانه و همچنین تغییر محیط ساخت بازار سنتی ارائه شده‌اند. همهٔ این سیستم‌ها شکلی از این رتبه‌بندی را پیشنهاد می‌دهند تا هر پروژه قابل‌مقایسه با پروژه‌های دیگر باشد (McArthur & Powell, 2020).



شکل ۲. نمودار پراکندگی سیستم‌ها در جهان (McArthur & Powell, 2020)

اگرچه ضوابط و سیستم‌های رتبه‌بندی ساختمان‌های پایدار ممکن است اهداف مشترکی را دنبال کنند، اما ساختار آن‌ها کاملاً متفاوت است.

۲-۲- مقایسهٔ سرفصل‌ها و معیارها در انواع سیستم‌های ارزیابی

در هر ساختمان ترکیب خاصی از عوامل بر روی تصمیم‌گیری برای پیگیری کسب یک یا چند گواهینامهٔ رتبه‌بندی ساختمان سبز تأثیر می‌گذارد. این بخش به شناسایی عواملی می‌پردازد که بر تمایل صاحبان و یا استفاده‌کنندگان ساختمان برای استفاده از سیستم‌های ارزیابی و رتبه‌بندی می‌افزاید. به‌طورکلی عوامل تأثیرگذار بر استفاده از سیستم‌های ارزیابی پایداری ساختمان سبز عبارتند از: ۱. الزامات قانون‌گذاری، ۲. سرمایه‌گذار، مالک یا مستأجر، ۳. ایجاد اقتصاد، ٤. پویایی بازار، ۵. انگیزه و ٦. مدیریت ریسک (Nguyen, 2019).

۲-۳- الزامات قانون‌گذاری

سیاست‌هایی در سطوح ملی/فدرال، استانی/ایالتی و شهری در سراسر جهان وجود دارد. این الزامات ممکن است به مدیریت سبز محلی اشاره کند و شامل استانداردها یا دستورالعمل‌های ساختمان سبز باشند و یا ممکن است به سیستم‌های بین‌المللی اشاره کند. این الزامات می تواند اشکال مختلفی داشته باشد: ۱. الزامات اجباری فدرال یا منطقه‌ای برای انرژی برآوردشده و ۲. مصرف آب. برای مثال در استرالیا ساختمان‌های تجاری (CBD) نیازمند اطلاعات بهره‌وری انرژی هستند که در بیشتر موارد زمانی که فضای دفتر تجاری ۲۰۰۰ متر یا بیشتر پیشنهاد می‌شود، سیستم درجه‌بندی NABERS استفاده می‌شود و یا برای مثال برخی از کاربری‌های خاص ساختمان‌ها بر اساس قوانین اتحادیهٔ اروپا الزاماً باید برچسب انرژی دریافت کنند.

قوانین فدرال، ایالتی/دولتی یا شهرداری می‌توانند عناصر پایدار سازگار با یک یا چند شاخص از الزامات سیستم پایداری را اجباری کنند. برای مثال در چندین کشور تولید یا واردات لامپ‌های تنگستن ممنوع است (Kubba, 2012). در برخی از موارد الزامات شهرداری یا حداقل استاندارد دستیابی به درخواست مجوز ساختمان مستقیماً به یکی از استانداردهای محلی یا بین‌المللی ارزیابی پایداری متصل می‌شود.

۲-٤- سرمایه‌گذار، مالک یا مستأجر

بسیاری از سرمایه‌گذاران، مالکان و سازندگان سیستم‌های ارزیابی پایدار را به‌منظور ساخت یا بهره‌برداری ساختمان‌های پایدار به کار می گیرند. همچنین بسیاری از مستأجران خواستار سیاست‌های پایداری و یا سیاست‌های اجارهٔ سبز هستند و فقط می‌خواهند به فضای تاییدشده توسط سازمان‌های توسعهٔ پایدار وارد شوند. همین الزامات موجب ارزشمندشدن ساختمان‌های رتبه‌بندی‌شده توسط سیستم‌های ارزیابی پایدار می‌شود. برای مثال ادارهٔ خدمات عمومی ایالات متحده (GSA) در سال ۲۰۱۳ دستور داد که همهٔ ساختمان‌های جدید فدرال باید به گواهی‌نامهٔ طلا[1] دست یابند. علاوه‌براین احکام، اغلب مستأجران به دلیل کاهش هزینه‌های مصرفی و کیفیت محیط داخلی بهبودیافته، ساختمان‌های تاییدشده را ترجیح می‌دهند. این موضوع نشان می‌دهد که افزودن هدف یا الزامات پیش‌نیاز برای هر نوع کاربری و توجه به اینکه چگونه انتخاب یک هدف مناسب می‌تواند هزینهٔ چرخهٔ زندگی ساختمان را به طرق مختلف کاهش دهد، برای افزایش انگیزهٔ کاربران در انتخاب سیستم‌های ارزیابی به جهت رتبه‌بندی ساختمان‌هایشان مؤثر است (Alyami, 2014).

کاهش مصرف انرژی می‌تواند دربردارندهٔ بهبود راندمان تجهیزات و سیستم‌ها و برنامه‌ریزی فضایی کلی برای به‌حداقل‌رساندن وابستگی به نور مصنوعی، تهویه مکانیکی، گرمایش و سرمایش باشد (Saldaña-Márquez, Gómez-Soberón, Arredondo-Rea, Gámez-García, & Corral-Higuera, 2018). بهبود عملکرد سیستم توسط یک فرآیند راه‌اندازی و مدیریت بر کنترل‌های بهبودیافته برای به‌حداقل‌رساندن استفاده از تجهیزات، استفاده از انرژی‌های تجدیدناپذیر، افزایش عمر مفید تجهیزات، مصرف انرژی و مصرف آب، مستندسازی و کنترل هوشمند سیستم‌ها، نظارت بر روند داده‌های سیستم‌های هوشمند برای شناسایی سریع خرابی تجهیزات، نشت یا منابع دیگر از مواردی است که باعث بالارفتن ارزش پروژه برای اجاره یا خرید می‌شود. ادراک بازار از «سبزبودن» نیز منجر به این درخواست مستأجر می‌شود و گرایش به‌سوی ارزش‌گزاری سبز و نرخ‌های اجارهٔ سبز را هدایت می‌کند (Ali-Toudert, Ji, Fährmann, & Czempik, 2019).

در موارد نادر، یک مستأجر به دلیل نیاز سرمایه‌گذار خاص یا یک ویژگی منحصربه‌فرد برای یک نوع ساختمان خاص، نیازمند سیستم گواهی غیرمعمول است. برای مثال ترمینال ٤ در فرودگاه ملبورن به‌منظور تسهیل ارزیابی به‌جای سیستم PEARL، در سیستم LEED ثبت نام شده است. برای مستأجرانی که هزینه‌های نگهداری را می‌پردازند، مزایای ذکرشده بسیار اهمیت دارد (Ismaeel, 2019). برای مالکان و صاحبان ساختمان اجرای هریک از این اقدامات باعث افزایش هزینهٔ سرمایه‌گذاری می‌شود و همین امر برای بسیاری از مالکان یا کارفرمایان بازدارنده بوده است؛ بااین‌حال با کاهش هزینهٔ اضافی و باتوجه‌به اینکه بیشتر سرمایه‌گذاری اولیه به‌مرورزمان به دلیل صرفه‌جویی‌های پیش بینی‌شده در سیستم‌ها پرداخت خواهد شد، می‌توان این موضوع را تا حدی تعدیل کرد.

1 Gold

۲-۵- پویایی بازار[1]

پویایی بازار از مزایای تجاری موجود در هر سیستم برای دستیابی به گواهینامهٔ نشأت می‌گیرد. این گواهی‌ها زبان مشترکی را در صنعت برای مقاصد رقابتی تسهیل می‌کنند. علاوه‌براین در بسیاری از بازارها افزایش رتبهٔ گواهی‌های بالاتر از حد معمول، عموماً منجر به بهبود جذب و افزایش نرخ اجاره می‌شود. اصولاً در کشورها یا مناطقی که سیستم‌های رتبه‌بندی در سنجش بهره‌وری ساختمان استفاده می‌شود، توافق کمی دررابطه‌با بهترین روش ارزیابی وجود دارد؛ با این حال وضعیت خریدوفروش املاک و مستغلات در چندین بازار نشان‌دهندهٔ اولویت مشخصی برای اجارهٔ ساختمان‌ها با سطح مشخصی از گواهی‌نامه است. این امر موجب می‌شود تا تعداد کمتری از ساختمان‌های ساخته‌شدهٔ دارای گواهینامهٔ پایداری خالی بمانند و همچنین باعث افزایش اجاره‌بهای این ساختمان‌ها شده است. برای مثال شورای ساختمان سبز در استرالیا، مجموعه‌ای از مطالعات موردی را منتشر کرد که در مقایسهٔ ساختمان‌های سبز با بازار آن‌ها مزایا و عوامل عدم محبوبیت سیستمgbca 2009 را بررسی کرده و در نسخه‌های جدید آن از این عوامل در بهبود مزایای تجاری سیستم بهره برده است (Li, Lai, Xiao, Tam, Guo & Zhao, 2014).

۲-۶- انگیزه

هزاران برنامهٔ تشویقی در سطح جهانی وجود دارد و هر ساختمان، واجد شرایط خاصی از این مشوق‌ها بر اساس محل، اندازه، بافت و نوع است. معمولاً مشوق‌ها توسط آژانس‌های دولتی فدرال یا ایالتی/دولتی و یا ارائه‌دهندگان خدمات و نهادهای شهرداری ارائه می‌شوند. این امتیازات در سطح‌های مختلفی دسته‌بندی می‌شوند:

۱. منطقه‌بندی‌کردن: برای مثال سازمان مالیات هنگ‌کنگ و سنگاپور به سازندگان بناهای دارای مجوز ساخت سبز و پایدار اجازه می‌دهند تا درصد اشغال بنا را بیشتر کنند.

۲. سامانهٔ LEED برای ایالت تگزاس بر روی تجهیزات کارایی آب یا تجهیزات پمپ آب برای چیلرهای جدید و سایر تجهیزاتی که موجب مصرف کمتر آب یا مصرف کمتر انرژی می‌شوند، امتیازات ویژه‌ای ارائه می‌کند.

۳. مزایای مالیاتی: برای مثال دولت کانادا یک ردهٔ کاهش مالیات برای تجهیزات تولید برق تجدیدپذیر برای بهبود دوره‌های بازگشت در نظر گرفته است (Berezin, Gozolchiani, Guez, & Havlin, 2012).

۲-۷- مدیریت ریسک

اعتبارات (credits) سیستم‌های رتبه‌بندی پایداری بر اساس ویژگی‌هایی به دست می‌آیند که موجب کاهش خطرات (ریسک) ساختمان برای صاحبان یا استفاده‌کنندگان می‌شود. این الزامات عبارتند از: ۱. اطمینان از کارکرد و کارایی ساختمان در چهارچوب پیش‌بینی‌شده، ۲. تحویل تمام مستندات (فراهم‌آوردن مستندات و ریزجزئیات تجهیزات به‌کاربرده‌شده در ساختمان برای استفاده از آن‌ها برای تعمیر تجهیزات یا تعویض آن‌ها، کنترل و تاییدات لحظه‌ای سیستم‌های ساختمان برای مانیتورینگ مصرف انرژی و آب و اطلاع‌داشتن از کیفیت تجهیزات برای واضح‌بودن محل نقص‌های احتمالی یا محل‌های هدررفت آب یا انرژی و ۳. کاهش وابستگی به منابع انرژی متعارف از طریق تولید سایت که انعطاف‌پذیری تجهیزات را در صورت قطع جریان آب یا برق افزایش می‌دهد (Roinila, Messo, & Santi, 2017) .

1- volatility

منظور از نوسان و پویایی بازار، مقدار دامنهٔ نوسانات قیمت یک دارایی طی یک دورهٔ زمانی خاص (روزانه، هفتگی، ماهانه و ...) است. به‌عبارت دیگر نوسانات نشان می‌دهد که قیمت ابزار مالی ممکن است در یک زمان مشخص، احتمالاً چه مقدار افزایش یا کاهش یابد.

در صورت استفاده از عناصرغیرفعال[1] انرژی برای محدودکردن هزینه‌های انرژی آینده با به‌حداکثررساندن مزایای بالا، صاحبان و استفاده کنندگان تشویق می‌شوند تا دستیابی به این اعتبارات را بخشی مهم از طرح خود بدانند. در این میان به دلیل افزایش قیمت سوخت و رشد تقاضای سیاست‌های زیست‌محیطی، اکثر کشورها این خطرات را دررابطه‌با محافظت از انرژی حس می‌کنند (Klinger & Mayer, 2016). سرمایه‌گذاری در مبحث کارایی انرژی می‌تواند یک ابزار مهم مدیریت ریسک در مواجهه با هزینه‌های نامشخص انرژی‌های فسیلی و همین طور کاهش اثرات سو زیست‌محیطی فراهم کند.

۲-۸- چهارچوب تصمیم‌گیری

این چهارچوب شامل سوالاتی است که پاسخ‌دادن به آن برای هر پروژه‌ای امکان‌پذیر خواهد بود. مجموعهٔ سوالات با هدف ارزیابی عوامل مرتبط با مزایا و هزینه‌ها در راستای استفاده از پتانسیل‌ها طراحی شده است. این چهارچوب شامل دو فلوچارت است. فلوچارت اول راهنمایی برای فرایند شناسایی سیستم گواهی پایداری اولیه و رتبه‌بندی هدف است. در بسیاری از مکان‌ها استاندارد محلی ممکن است یک الزام قانونی و ابزاری برای شناسایی در این مرحله باشد (Kim & Todorovic, 2013). فلوچارت دوم پس از شناسایی اینکه آیا یک گواهی نامهٔ دوم برای پروژه مفید است یا خیر، استفاده می‌شود. در مقایسهٔ سیستم‌های جهانی پایداری قبل از استفاده از چهارچوب سوالات اولیهٔ زیر باید پاسخ داده شود:

۱. پروژه کجا قرار دارد (کشور، شهر، همسایگی)؟

۲. چه الزامات قانونی در این مکان وجود دارد؟

۳. پویایی‌های بازار محلی برای ساخت‌وساز جدید چیست؟

٤. چه‌کسی در این ساختمان سرمایه‌گذاری می‌کند؟

زمانی‌که این اطلاعات مشخص می‌شود، فلوچارت دوم می‌تواند استفاده شود.

۲-۹- مقایسهٔ سیستم‌های ارزیابی از لحاظ شاخص‌های پایداری

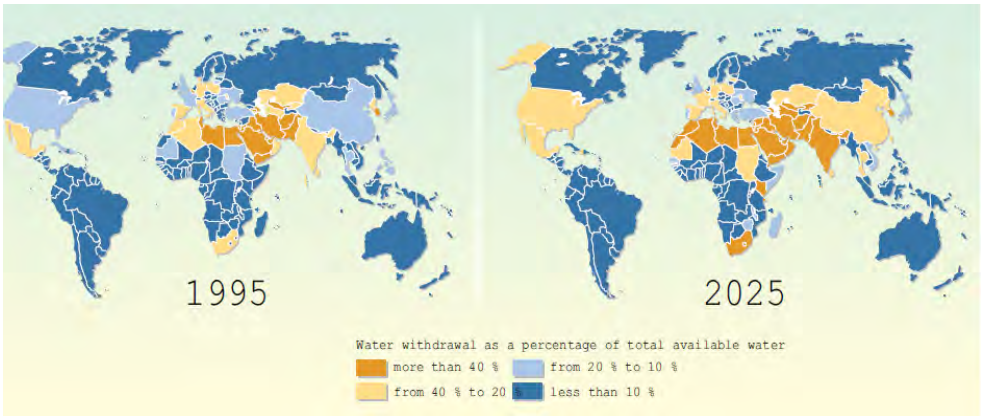
فرضیهٔ نگارندگان این است که باتوجه‌به وجود ساختار ارزیابی مشترک در میان سامانه‌های ارزیابی پایداری، می‌توان تفاوت‌های موجود در وزن‌دهی و اولویت‌بندی معیارها را نشأت‌گرفته از تفاوت‌های میان کشورها و بستر هر سامانه تلقی نمود. بی‌شک مباحث اقلیمی، جغرافیایی، محیطی، شرایط اجتماعی، وضعیت اقتصادی، ساختار سیاسی، توان تکنیکی هر کشور و ... از عوامل اصلی این تفاوت‌ها قلمداد می‌گردند.

باتوجه‌به تمرکز پژوهش حول عوامل محیطی و اقلیمی و با هدف کشف رابطهٔ بین اولویت‌های منطقه‌ای و ضریب وزنی معیارها در سامانه ها، ابتدا شاخص‌های مؤثر بر هر سرفصل بررسی گردیده که برای نمونه دو شاخص آب و انرژی در ادامه عنوان می‌شوند.

۲-۹-۱- آب

یکی از مسائل مهم در جهان محافظت از آب است و تمام سیستم‌های ارزیابی به دنبال مدیریت مصرف آب هستند. هدف این معیار تضمین کاهش مصرف آب اولیهٔ از طریق اجرای راهکارهایی مانند: برداشت آب باران – بازیافت آب خاکستری– عایق‌کاری سیستم‌های آبیاری است (Nguyen & Altan, 2012). به دلیل اینکه در بسیاری از نقاط جهان ذخیرهٔ آب زیرزمینی منبع اصلی آب است،SBTOOL معیار ذخیرهٔ زیرزمینی را نیز در شاخص کارایی آب بررسی کرده است. سیستم‌های ارزیابی پایداری شامل آیتم منابع آب برای پاسخ به کمبود فزایندهٔ منابع آب آشامیدنی هستند. شکل زیر کمبود فزایندهٔ آب در جهان و افزایش مداوم تنش آبی از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۵ را نشان می‌دهد.

1- passive



شکل ۳. شکل افزایش مصرف منابع آب در جهان (رضوی، ۱۳۹۵)

برای پرداختن به این موضوع، شاخص آب بر روی چندین عنصر طراحی مانند کاهش مصرف آب در داخل و خارج ساختمان، استفاده از تجهیزات کم‌جریان و درنتیجه به‌حداقل‌رساندن استفاده از آب آشامیدنی برای آبیاری برج‌های خنک‌کننده، انتقال فاضلاب، نظارت بر نشت سیستم و همچنین افزایش استفاده از آب باران و آب خاکستری[1] برای مصارف غیرشرب تمرکز دارد. نمودار ذیل انواع اعتبار (امتیازات) مربوط به آب را در سیستم‌های بررسی‌شده خلاصه می‌کند.

● بله ○ خیر	BREEAM	LEED v4	LEED 2009	Green Mark	BEAM PLUS	Green Star
پایه مصرف آب	●	●	●	●	●	●
کاهش مصرف آب داخل ساختمان	○	●	●	○	○	○
کاهش مصرف آب خارج ساختمان	○	●	●	○	○	○
مصرف آب تجهیزات و الحاقات	●	●	●	●	●	○
نشت آب در سیستم های داخلی	●	○	○	●	●	○
اندازه گیری و کنترل مصرف آب	●	●	○	●	○	●
خطر سیل و جاری شدن آب	●	○	○	○	○	○
مصرف پراکنده آب	○	○	○	○	●	●
بازیافت آب	○	○	●	○	●	●
آب های روان()جاری	○	●	●	○	●	●
آب برج های خنک کننده	○	●	○	●	●	●
سیستم تصفیه آب	○	○	○	○	○	○
طراحی مدل جریان آب	○	●	○	○	○	○
استفاده از آب باران	○	●	○	○	●	○

شکل ٤. نمودار مقایسه انواع اعتبارات تخصیص داده‌شده به آب در سیستم‌های ارزیابی پایداری منتخب (منبع: نگارندگان)

1- greywateR

همان‌طورکه در جدول بالا مشاهده می‌شود، به‌مرورزمان نسخهٔ جدیدتر LEED توجه بیشتری به کنترل مصرف آب داشته که دلیل آن افزایش سرانهٔ مصرف آب خانگی بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۷ بوده است و این عامل نشان‌دهندهٔ تأثیر عوامل بستر طراحی روی فاکتورهای LEED بین‌الملل است. علاوه‌براین همان‌طورکه در نمودار دیده می‌شود، فاکتورهای ارزیابی شاخص آب در سیستم GREEN STAR بسیار کمتر و محدودتر از سایر سیستم‌ها است که دلیل آن را می‌توان کافی‌بودن آب شیرین موجود در بستر سیستم ارزیابی (استرالیا) دانست.

۲-۹-۲- انرژی

به دلیل تأثیر قابل توجه انرژی و اهمیت صرفه‌جویی در مصرف آن، این آیتم در تمام سیستم‌های رتبه‌بندی اهمیت زیادی دارد

معیارهای انرژی در سیستم‌های ارزیابی عبارتند از:

استراتژی‌های استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، صرفه‌جویی در انرژی و نظارت بر آن، استفاده مؤثر از منابع زیست‌محیطی یا مراقبت از جو اطراف به‌ویژه با افزایش نگرانی‌ها دربارهٔ تمهیدات اکولوژیکی، افزایش سطح دریا و باران اسیدی.

CASBEE عموماً در ارزیابی کارایی سیستم خدمات ساختمان در ردهٔ بسیار قوی تلقی می‌شود؛ درحالی‌که این موضوع در LEED BREEAM, چندان حائز اهمیت نیست. در SBTOOL بهره‌وری انرژی بر اساس ارزیابی تقاضای پیک الکتریکی برای عملیات ساخت‌وساز ارزیابی می‌شود (Saldaña & et al, 2018).

این بخش خلاصه‌ای از اعتبارات استفاده از انرژی تجدیدپذیر در سیستم‌های پایداری را نشان می‌دهد. اعتبارات انرژی در سیستم‌های درجه‌بندی پایداری با لغت ENE نشان داده می‌شوند و این اعتبار شامل کاهش هزینه‌های انرژی جاری، تشویق استفاده از سیستم‌های ساختمانی کارآمدتر، ترویج استفاده و تولید انرژی تجدیدپذیر، پاسخ به وابستگی جاری به سوخت‌های فسیلی به‌عنوان منبع انرژی اولیه و پیامدهای زیست‌محیطی مرتبط با سوخت‌های فسیلی است. برای پرداختن به این مسائل، اعتبارات و امتیازات شاخص انرژی به چند زیرشاخص اختصاص یافته‌اند: ۱. کاهش مصرف انرژی، ۲. افزایش کارایی تجهیزات، ۳. بهبود کنترل سیستم برای کاهش استفاده از انرژی عملیاتی، ٤. افزایش اتکای بر اقدامات غیرفعال برای نورپردازی و تهویه و ۵. افزایش استفاده از انرژی تجدیدپذیر (تولیدشده در سایت یا خارج سایت).

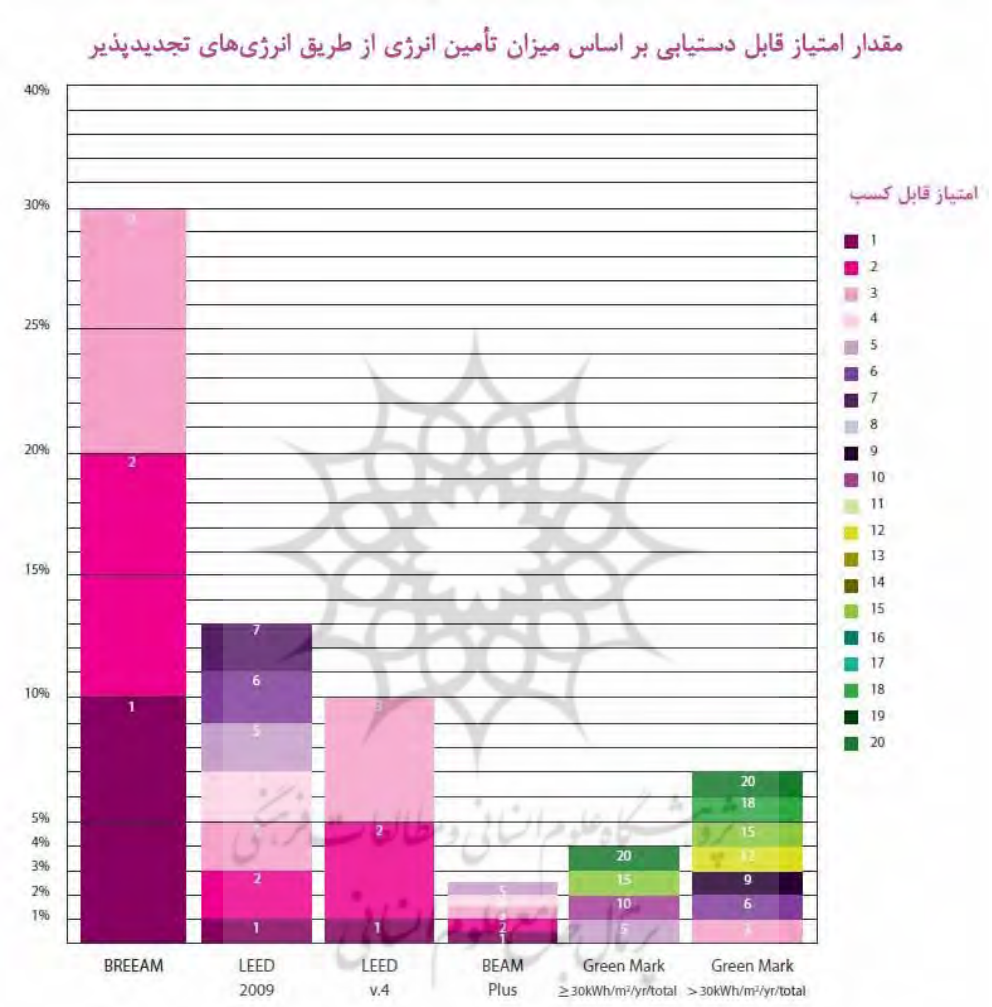
۲-۹-۲-۱- استفاده از انرژی تجدیدپذیر

BREEAM دو امتیاز به اعتبار ENE 02 (پروژه‌های با تولید کربن کم یا صفر) اختصاص می‌دهد. این اعتبار به فناوری‌هایی اختصاص می‌یابد که باتوجه‌به امکانات منطقه از انرژی‌های تجدیدپذیر استفادهٔ مناسب می‌کنند. برای کسب امتیاز اول این اعتبار پروژه‌ها باید مطالعهٔ امکان‌سنجی توسط یک متخصص انرژی برای ایجاد منبع مناسب کربن پایین یا صفر (LZC) برای ساختمان را به دست بیاورند. این شاخص یک اعتبار (امتیاز) اضافی دیگر را به پروژه‌هایی که ارزیابی چرخهٔ زندگی ساختمان بر اساس تأثیر کربن انجام می‌دهند، اختصاص داده است (Hegger, Fuchs, Stark, & Zeumer, 2012).

LEED V04 برای کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی و کاهش هزینه‌ها، پروژه‌ها را به کاهش مصرف انرژی فسیلی و افزایش تدارکات و تجهیزات اختصاصی پروژه برای تولید و مصرف انرژی تجدیدپذیر تشویق می‌کند و علاوه‌برآن سه امتیاز را برای آیتم دستیابی به تولیدات انرژی تجدیدپذیر به‌منظور جبران هزینه‌های انرژی ساختمان در نظر می‌گیرد. LEED 2009 برای پروژه‌هایی که با تهیهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر محلی اثرات زیست‌محیطی و اقتصادی مرتبط با سوخت‌های فسیلی را کاهش می‌دهند، هفت امتیاز اعتبار EU08 را اختصاص می‌دهد. در سامانهٔ گرین استار[1] این آیتم به‌صورت جداگانه تعریف نشده است؛ ولی می‌تواند در آیتم‌های دیگری مانند اینکه ساختمان چگونه می‌تواند انرژی خود را تأمین کند و یا در مدل‌سازی انرژی ساختمان در قسمت انتشار گازهای گلخانه‌ای قرار بگیرد (McArthur & Powell, 2020).

1- GREEN STAR

BEEM PLUS امتیاز بیشتری را برای مدل‌سازی انرژی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر ارائه می‌دهد. برای مثال در اعتبارEU06 ساختمان ها با تأمین نیم تا ۲/۵ درصد انرژی مورد نیاز خود از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند تا ۵ امتیاز دریافت کنند. گرین مارک[1] استفاده از انرژی های تجدیدپذیر را توصیه می‌کند و تا ۲۰ امتیاز به آن در اعتبار NRB-11 اختصاص می‌دهد که براساس کارایی انرژی مورد انتظار و درصد جایگزینی آن با انرژی‌های تجدیدپذیر قابل کسب است.NABERS به انرژی تولیدشده در سایت توجه نمی‌کند. البته این نوع انرژی می‌تواند در محاسبات کاهش مصرف انرژی این سیستم در نظر گرفته شود.



شکل ۵. نمودار مقایسهٔ سیستم‌های ارزیابی براساس امتیازدهی به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر

همان‌طورکه پیش‌تر توضیح داده شد، هر سیستم محدودیت خاص خود را دارد و ممکن نیست که یک سیستم برای همهٔ پروژه‌های منطقه‌ای و همه نوع ارزیابی‌های کیفیت محیط داخل به کار روند؛ ولی از میان سیستم‌های معرفی‌شدهٔ BREEAM، LEED، CASBEE و GREEN GLOBE از نقطه‌نظر ارزیابی کل ساختمان، داشتن قابلیت اندازه‌گیری و نیز قابلیت استفاده برای گونه‌های مختلف ساختمان جامعیت بیشتری دارند.

1- GREEN MARK

۲-۹-۳- راهکارهای بومی‌سازی سیستم‌های ارزیابی پایداری موجود

۲-۹-۳-۱- راهکارهای بومی‌سازیLEED

LEED معیار اولویت منطقه‌ای (RP) [۱] را جهت تعمیم‌پذیری سامانه، در راستای توجه به شرایط خاص زمینه ارائه می‌دهد .برخلاف ارتقا معیارهای اولویت منطقه‌ای در نسخهٔ ٤ نسبت به نسخهٔ پیشین همچنان می‌بایست با بهره‌گیری از متخصصان محلی انطباق کامل‌تری با شرایط محلی شکل بگیرد تا این معیارها قادر باشند شرایط واقعی منطقه را از منظر تنوع اقلیمی، مباحث اقتصادی، تکنولوژیکی، فرهنگی و تاریخی منعکس نمایند (Nguyen, 2019).

تحلیل انجام‌گرفته توسط سوزر درخصوص معیارهایRP در چهار کشور پراکنده از جهان همچون کانادا، ترکیه، چین و مصر نشان می‌دهد. تعریف این اولویت‌ها برمبنای شرایط واقعی کشورها و ضرورت‌های آن‌ها صورت نگرفته است و نمی‌تواند در ارزیابی محیطی آن کشورها نقش مؤثری را ایفا نماید. مثلاً برای کل ایران که از نسخهٔ ٤ به لیست این پایگاه داده افزوده شده است، فارغ از تنوع اقلیمی آن، صرفاً یک تیپ معیار تحت شش عنوان تولید انرژی تجدیدپذیر، بهینه‌سازی مصرف انرژی، آسایش حرارتی، کاهش جزیرهٔ حرارتی، کاهش مصرف آب خارجی و کاهش مصرف آب داخلی که شباهت بسیار زیادی با معیارهای تعیین‌شده برای کشورهای حاشیهٔ خلیج فارس از سویUSGBC دارد، ارائه شده است (نقاشیان، بویه و توکلی، ۲۰۱۷). از سوی دیگر بی‌توجهی به تنوع فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی در لیست معیارهای ارائه شده بر ضرورت بازنگری آن صحّه می‌گذارد؛ چراکه قطعاً میان اولویت‌های منطقه‌ای دو شهر با تراکم جمعیت و نرخ توسعهٔ شهری مختلف و با پیش‌فرض قرارگیری در یک اقلیم، تفاوت‌های چشمگیری وجود دارد. لازم به ذکر است که حتی با فرض صحیح و جامع‌بودن این معیارها، ازآنجاکه معیار اولویت منطقه‌ای صرفاً معیاری تشویقی است و تنها ٦۳/۳ درصد از کل امتیاز دریافتی را به خود اختصاص می‌دهد، عملاً نمی تواند نقش مؤثری درخصوص لحاظ نمودن شرایط منطقه‌ای در این سامانه ایفا نماید.

۲-۹-۳-۲- راهکارهای بومی‌سازیBREEAM

ساختمان‌هایی که در محدودهٔ پوشش طرح‌های موجود BREEAM قرار ندارند، می‌توانند برای ارزیابی BREEAM سفارشی را درخواست کنند. BREEAM سفارشی وابسته به نوع منطقه و موقعیت آن به‌صورت موردی تهیه می‌شود. اولین قدم نسخهٔ سفارشی آشنایی کامل با منطقهٔ در حال ارزیابی است. این شناخت که از طریق طرح سؤال درخصوص مباحث منطقه‌ای به دست می‌آید، مبنای اصلی وزن‌دهی سرفصل‌ها در سامانهٔ جدید است (Klinger & Mayer, 2016). این سؤالات در قالب دو نوع پرسش‌نامه وزن‌دهی سرفصل‌های محیطی و انرژی و استانداردهای بهره‌وری انرژی ساختمان طرح می‌گردند. البته آنچه که استفاده از نسخهٔ سفارشیBREEAM در ایران را محدود می کند، برخورد سختگیرانه از منظر زیست‌محیطی و همچنین سیستم وزن‌دهی بسیار پیچیده بر مبنای سلامت است و باتوجه‌به شرایط فعلی بستر (ایران)، امکانات زیرساختی برای استفادهٔ کنونی از نسخه‌های قابل‌سفارش BREEAM وجود ندارد؛ زیرا باتوجه‌به سختگیری‌های موجود در نسخه‌های BREEAM کاربرد عملی آن غیرممکن به نظر می‌رسد.

۲-۹-۳-۳- راهکارهای بومی‌سازیSBTOOL

دامنهٔ معیاری این سامانهٔ مدولار بین٦ تا ۱۲۰ معیار متغیر است. این سامانه به گونه‌ای طراحی شده است تا شخص ثالث مجاز در انتخاب یکی از چهار نسخهٔ ارزیابی نسخه‌های پایه، میانی، کامل و توسعه‌دهنده که بر مبنای آن تعداد معیارهای عمومی فعال مشخص می‌شود، آزاد باشد. از سوی دیگر معیارهای متعلق به هر نسخه، از قابلیت کاهش و خاموش شدن برخوردارند که برای حفظ شاکلهٔ ارزیابی، ۹ معیار به‌عنوان معیار اجباری و غیرقابل‌حذف در هر چهار نسخهٔ مذکور تعریف شده‌اند؛ بنابراین مجموع ضرایب معیارهای فعال همیشه ۱۰۰٪ باقی می‌ماند و ضرایب پس از حذف معیارها، مجدداً بازتوزیع می‌شوند (Liu & Leng, 2020). علاوه‌بر برخورداری از سیستم وزن‌دهی مناسب و قابل‌توجه،

۱- مفهوم اعتبارات RP در سیستم‌های رتبه‌بندیLEED 2009 برای ایجاد انگیزه برای دستیابی به اعتباراتی که به اولویت‌های محیطی، برابری اجتماعی و بهداشت عمومی از نظر جغرافیایی خاص می‌پردازند، معرفی شده است.

به سبب نقش بین‌المللی آن با تبیین شاخص‌های وزن‌دهی، متأثر از پنج مصداق دامنهٔ تأثیرات، بازهٔ تأثیرات، شدت اثر، اهمیت و تنظیمات منطقه ای (تأثیرات محلی) ضریب هر معیار را برمبنای فرمولی محاسبه می‌نماید. در این میان تنظیمات منطقه‌ای به شخص ثالث امکان می‌دهد، نمرات ٤ عامل فوق را حداکثر تا ۱۰ درصد کاهش یا افزایش، تنظیم نماید.

۲-۱۰- الزام بومی‌سازی سامانهٔ ارزیابی براساس اولویت‌های منطقه‌ای اقلیم سرد و خشک ایران

یکی از روش‌های افزایش کارایی سامانه‌های ارزیابی ساختمان‌های پایدار، بومی‌سازی و طراحی سامانه‌های منطقه‌ای مختص هر منطقه و اقلیم است. برای هر منطقه باتوجه‌به زیرساخت‌های بومی و اقلیمی می‌توان چهارچوب‌هایی نظام‌مند برای بهبود و بهره‌وری آن‌ها ارائه نمود. در برخی از چهارچوب‌ها در تمام دنیا اتفاق‌نظرهایی نیز وجود دارد. حتی در میان سازمان‌های متعهد به اهداف زیست‌محیطی، استراتژی‌های مناسب و اقدامات لازم برای ایجاد فعالیت‌های مؤثر در ساختمان‌های پایدار انجام شده است. باتوجه‌به این موضوع تأثیر صنعت ساختمان و معماری در ایجاد پتانسیل بالای توسعهٔ پایدار نیز بسیار حائز اهمیت است. با درنظرگرفتن اینکه پایداری یک مفهوم باارزش و درین‌حال بسیار وسیع و پیچیده است، می‌توان گفت که سامانه‌های ارزیابی یکی از مسائل عمدهٔ پایداری به شمار می‌روند و باعث افزایش کیفیت زندگی مردم در یک محیط سالم با شرایط اجتماعی و اقتصادی و محیطی پایدار می‌گردند.

۲-۱۱- معیارها و سنجش‌های ارزیابی پایداری ساختمان‌های بومی در اقلیم سرد و خشک ایران

در شکل‌گیری معماری بومی برخی روابط اجتماعی و اقتصادی با محیط طبیعی و نمادهای فرهنگی، ماهرانه انعکاس می‌یابند. این معماری جوابگوی نیازهای یک جامعه درارتباط‌با عوامل طبیعی و با خواسته‌های معنوی انسان‌ها است. در کتاب آسایش به‌وسیلهٔ معماری همساز با اقلیم آمده است که انرژی ارزان و وفور مصالح مدرن به طراحان اجازه داده است که ویژگی‌های مکان، کیفیت انحصاری آب‌وهوا و عادت مردم را نادیده بگیرند. نظم و زیبایی هندسهٔ ناب این نمونه‌ها برای مدت مدیدی چنان ما را مجذوب کرده بود که هزینهٔ سرد و گرم کردن فضاهای داخل این ساختمان‌ها و عدم همخوانی فضاهای مورد بحث با رفتار روزمرهٔ انسان را فراموش کردیم. یکی از مهم‌ترین اصول معماری پایدار آن است که در طراحی این گونه معماری چگونگی اقلیم در نظر گرفته شود. به‌عبارت‌دیگر معماری پایدار، طراحی معمارانهٔ آگاه از محیط را توصیف می‌نماید. بدون درنظرگرفتن اثرات درجه حرارت، میزان تابش خورشید، شدت باد، میزان باران و ...، ساختمان با اتلاف انرژی روبه‌رو خواهد بود. رعایت شرایط اقلیمی در معماری، صرفه‌جویی در انرژی را نیز در پی خواهد داشت (قمشه و رضایی، ۱۳۸۱).

اقلیم سرد ایران شامل کوهستان‌های غربی و دامنه‌های غربی رشته کوه‌های مرکزی ایران می‌شود. باتوجه‌به اینکه میانگین دمای هوا در گرم‌ترین ماه سال در آن‌ها بیش از ۱۰و میانگین حداقل دمای هوا کمتر از ۳- درجهٔ سانتی‌گراد است. گرمای شدید دره‌ها در تابستان زیاد و در زمستان بسیار کم است. زمستان‌های طولانی، سرد و سخت بوده و چندین ماه از سال زمین پوشیده از یخ است. میزان بارندگی در تابستان کم و در زمستان زیاد است. فصل بهار کوتاه است و زمستان و تابستان را از هم جدا می‌کند. شهرهای تبریز، ارومیه، سنندج و همدان را می توان در این اقلیم قرار داد. در سراسر این منطقه ازآذربایجان و فارس زمستان‌ها به‌شدت سرد است. سرما از اوایل آذر ماه شروع می‌شود و تا آخر فروردین ماه کم‌وبیش ادامه دارد.[۱] تاکنون مطالعات زیادی دربارهٔ ساختمان‌های بومی اقلیم سرد و خشک ایران انجام شده است. نکات زیر را می‌توان به‌عنوان نتایج مشترک بین این مطالعات بیان کرد:

۱. در محدودهٔ دماهای حداقلی همواره زیر حد پایین آسایش قرارداریم. این اختلاف در تمام ماه‌های سال به غیر از ماه‌های خرداد تا مهر بیش از ۸ درجه است. بنابراین در اوقاتی نیازمند استفاده از تجهیزات فعال هستیم.

۱- به نقل از سایت سازمان هواشناسی https://www.irimo.ir/far/index.php

۲. در محدودهٔ دماهای متوسط ماه‌های خرداد تا مهر، در محدودهٔ آسایش قرار داریم؛ اما در ماه‌های آذر تا فروردین اختلاف بین دمای حد پایین آسایش و دمای متوسط بیشتر از ۸ درجه و افراد نیازمند استفاده از تجهیزات فعال به همراه تجهیزات غیرفعال هستند. در دیگر ماه‌ها فقط با تجهیزات فعال می‌توان به محدودهٔ آسایش دسترسی پیدا کرد.

۳. در دماهای حداکثری ماه‌های خرداد تا آبان محدودهٔ آسایش حرارتی قابل‌حصول است و در صورت مشکل می‌توان با تجهیزات غیرفعال آن را رفع کرد.

٤. با تغییر دمای آسایش و تعمیم نتایج این مطالعه و مطالعات مشابه، می‌توان به میزان قابل‌توجهی از کاهش انرژی نائل آمد (حیدری و غفاری، ۱۳۸۹) .

از مجموعه مباحث موجود در پژوهشی از مجید مفیدی و شهریار شقاقی دربارهٔ وضعیت اقلیمی تبریز، نتایج زیر به جهت طراحی ابنیهٔ شهری در اقلیم سرد و خشک تبریز حاصل می‌شود:

- کالبد شهرهای سرد و خشک همچون تبریز کالبدی فشرده و متراکم است.
- در اقلیم سرد و خشک تبریز حجم ساختمان‌ها به جهت کاهش پرت حرارتی باید نزدیک به مکعب باشد.
- در این مناطق به جهت کاهش تأثیر بادهای سرد بر ساختمان‌ها، می‌توان از کاشت گیاهان سوزنی‌برگ و همیشه‌سبز در مقابل این بادها بهره جست و عموماً از وزش باد بر ساختمان باید جلوگیری شود (شقاقی و مفیدی، ۱۳۸۷).

با مروری بر نتایج حاصل از رسالهٔ مفیدی (۱۹۹۸) دربارهٔ بررسی طراحی اقلیمی ابنیه منطقهٔ سرد و خشک و تعمیم آن برای شهرهایی چون تبریز، چنین استنباط می‌شود که در صورت مطالعهٔ دقیق شهرهای کهن و روستاهای این اقلیم می‌توان از آن‌ها درس‌های فراوانی به جهت طراحی مناسب و اقلیمی بناهای شهری آموخت؛ چراکه این شهرها و روستاها کاملاً بر اساس شرایط آب‌وهوایی منطقه ساخته شده‌اند و مسئلهٔ استفادهٔ حداکثر از شرایط طبیعی و انرژی‌های پاک برای گرمایش و سرمایش در آن‌ها لحاظ شده است. در صورت استفاده از تجربیات گذشتگان می‌توان در شهرهای کنونی نیز به میزان حداکثر از انرژی‌های پاک و نامحدود، به‌خصوص انرژی خورشید برای گرم‌کردن ساختمان‌ها به‌صورت طبیعی بهره برد و درنتیجه مصرف سوخت‌های فسیلی را محدود کرد که از یک سو در آینده‌ای نزدیک به اتمام خواهند رسید و از سوی دیگر آلودگی محیط‌زیست را به دنبال دارد.

امروزه مطالعات بیوکلیمایی[1] انسانی، پایه و اساس بسیاری از برنامه‌ریزی‌های عمرانی ناحیه‌ای به‌ویژه در زمینهٔ مسائل شهری و سکونتگاهی، معماری و ... شده است و نتایج حاصل از این گونه مطالعات در اسکان بشر در مناطق جدید و توسعهٔ سکونتگاه‌های موجود بهره‌برداری می‌شود. باتوجه‌به روش‌ها و شاخص‌های مختلف و به‌دست‌آمده از تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌توان اذعان داشت که استفاده از یک شاخص به تنهایی مؤثر نیست؛ بنابراین برای تحقق اهداف باید از تلفیق شاخص‌های مختلف پایداری استفاده کرد.

با بررسی و سازماندهی مطالعات پیشین در زمینهٔ فاکتورهای اساسی طراحی اقلیمی در مناطق سرد و خشک ایران می‌توان به شاخص‌های زیر دست یافت:

- **جهت استقرار**

به‌طورکلی انتخاب جهت استقرار ساختمان به عواملی چون وضع طبیعی زمین، میزان نیاز به فضاهای خصوصی، کنترل و کاهش صدا و نیز به دو عامل باد و تابش آفتاب بستگی دارد. این بخش قسمت عمده‌ای از وظیفهٔ یک معمار است که ساختمان را به نحوی قرار دهد تا بیشترین استفاده از نور خورشید دررابطه‌با شرایط گرمایی و بهداشتی و روانی حاصل گردد. به‌طورکلی در مناطق سردسیر و در عرض‌های جغرافیایی بالا که هوا اغلب سرد است، ساختمان باید در جهاتی قرار بگیرد که حداکثر انرژی خورشیدی را در طول سال دریافت نماید. در مناطق سرد طیف وسیعی از جهات از نظر کسب انرژی خورشیدی مناسبند، مانند جهت‌های جنوب تا ۳۰ درجهٔ شرقی (۳۰ درجه انحراف از جنوب به سمت شرق) (مختارزاده و موسوی، ۱۳۹۵).

1- bio climate

- **جهت‌گیری مناسب در اقلیم سرد:**

شرایط اقلیمی که در اطراف بنا حاکم است ما را در جانمایی فضاهای داخلی یاری می‌نماید. قسمت شمالی یک ساختمان در زمستان به دلیل اینکه تابش مستقیم نور خورشید را دریافت نمی‌کند، سردتر خواهد ماند. نمای شرقی و غربی قاعدتاً باید به مقدار مساوی در صبح و عصر، تابش خورشیدی را دریافت کنند. نمای جنوبی ساختمان به دلیل اینکه مدت تابش آفتاب بر آن بیشتر است، گرم‌ترین و آفتاب‌گیرترین جهت ساختمان در زمستان است. آب‌وهوای این منطقه را می‌توان با زمستان‌های بسیار سرد، تابستان‌های گرم، اختلاف بسیار زیاد بین دمای هوای شب و روز و بارش برف سنگین توصیف نمود. در این اقلیم بنا بایستی به نحوی شکل گیرد که در زمستان حداکثر گرما را جذب و حفظ کند و در تابستان کمترین مقدار حرارت را جذب کند. بناهای سنتی در اقلیم سرد مانند نواحی مرکزی فلات ایران دارای حیاط مرکزی هستند و سایر قسمت‌ها پیرامون حیاط چیده می‌شوند. ازآنجایی‌که در بیشتر روزهای سال مناطق کوهستانی سرد و یا بسیار سرد است، بیشتر فعالیت‌های روزمره در اتاق‌ها انجام می‌شود. لذا ابعاد حیاط‌ها در این مناطق قدری کوچک‌تر از نواحی فلات مرکزی ایران است. اتاق‌های واقع در سمت شمال حیاط بزرگ‌تر از سایر قسمت‌ها و تالار یا اتاق اصلی نشیمن خانه نیز در این سمت حیاط واقع شده است تا از تابش مستقیم و حرارت آفتاب در فصل سرد زمستان استفاده کنند. برای محافظت از اتاق‌ها در برابر سرمای زمستان تمام پنجره‌ها به‌صورت مضاعف ساخته شده‌اند؛ یعنی از دو پنجره که پنجرهٔ داخلی به سمت داخل اتاق و دیگری به سمت خارج باز می‌شود. جبههٔ جنوبی ساختمان به دلیل کوتاه و معتدل بودن فصل تابستان کمتر به کار گرفته می‌شود؛ لذا اتاق‌های جنوبی و اتاق‌های شرقی و غربی (در صورت وجود) به عنوان انباری یا فضاهای خدماتی همچون اتاق خدمه یا سرویس‌های بهداشتی کاربرد دارند. به علت سرمای زیاد ایجاد جریان هوا در مسکن ضروری نیست؛ ولی به منظور هدایت نور خورشید در جبهه‌های شمالی، پنجره و یا اُرسی‌های بزرگ قرار دارند تا نور بیشتری وارد بنا شود. پایین‌بودن کف حیاط بناهای اقلیم سرد به اندازهٔ ۱ تا ۱/۵ متر از سطح پیاده‌روها است تا بتوان آب جاری در نهرها و جوی‌ها را بر باغچهٔ حیاط یا آب‌انبار واقع در زیرزمین سوار نمود. از سوی دیگر زمین مانند عایق حرارتی اطراف بنا را احاطه می‌کند و مانع از تبادل حرارتی بین بنا و محیط پیرامون آن و باعث حفظ حرارت درون ساختمان می‌شود. در نواحی سرد باید از ایجاد اتاق‌ها و فضاهای بزرگ داخل بنا اجتناب نمود؛ چراکه با افزایش سطح تماس آن‌ها با فضای سرد بیرونی، گرم‌کردن این فضای وسیع مشکل خواهد بود. بنابراین در این مناطق سقف اتاق‌ها را پایین‌تر از اتاق‌های مشابه در سایر حوزه‌های اقلیمی در نظر می‌گیرند تا حجم اتاق کاهش یابد و سطح خارجی نسبت به حجم بنا حداقل گردد. ارتفاع کم سقف در تالارها و اتاق‌های مهم و طاق راسته‌ها در این مناطق مشهور است. همچنین برای جلوگیری از تبادل حرارتی بین داخل و خارج بنا از بازشوهای کوچک و به تعداد کم استفاده می‌کنند. قطر زیاد دیوارها نیز به‌نوبهٔ خود از تبادل حرارتی بین فضای داخلی بنا و محیط بیرونی ساختمان جلوگیری می‌کند (محمدزاده، ۱۳۸۹) برخلاف مناطق معتدل و مرطوب سواحل جنوبی دریای خزر خانه‌های این مناطق، اغلب دارای زیرزمینی با سقف کوتاه در پایین زمستان‌نشین هستند که به علت خنکی هوای آن در تابستان برای سکونت و آسایش ساکنان خانه به کار می‌رود (بیات, حیدری, آزادگان و غیبی، ۱۳۹٤).

- **مصالح ساختمانی:**

مقدار کل انرژی مصرف‌شده در تهیهٔ مصالح و ساخت یک بنا بیشتر از آن مقدار انرژی خواهد بود که ساختمان در طی چند سال بعد از اتمام کار مصرف خواهد کرد. برای تأمین ظرفیت حرارت داخلی و سفت‌کاری ساختمان باتوجه‌به نوع اقلیم بهتر است از مصالحی مانند گل تثبیت‌شده یا فشردهٔ آجر، سنگ و بتن استفاده شود. توصیه می‌شود برای نازک‌کاری از مصالحی چون گچ، سیمان، کاهگل و یا چوب استفاده شود و ترجیحاً از موادی چون ورق‌های آلومینیومی یا فولادی و یا مواد پلاستیکی استفاده نشود (رضوی، ۱۳۹۵)

مصالحی که در این منطقه استفاده می‌شوند، باید از ظرفیت و مقاومت حرارتی خوبی برخوردار باشند تا گرمای بنا را در فضای داخلی آن حفظ نمایند؛ لذا بدنهٔ این ابنیه از سنگ، چوب، ملات کاهگل، خشت و آجر و پوشش سقف و بام از تیرهای چوبی و کاهگل است تا به‌عنوان عایق حرارتی عمل کند. از سنگ و مصالح مقاوم و سنگین برای پی‌سازی بنا استفاده می‌کنند و در برخی نقاط کرسی‌چینی با مصالح

سنگین جهت جلوگیری از رطوبت به کار می‌رود؛ هرچند ابنیه در این مناطق به‌طورکلی بر روی زمین بنا می‌شوند (رضایی و جهانگیریان، ۱۳۹۲)

- **اجزای بنا:**

تمام اجزای ساختمان در نواحی سرد باید با دقت طراحی شود تا به ایجاد خرده‌اقلیم کمک کند. میزان گرمای نفوذکننده به یک ساختمان به جنس کف، سقف و دیوار و ... بستگی دارد. دقت در چیدمان داخلی بنا در ریزاقلیم تأثیر زیادی دارد. چیدمان فشرده همراه با چند فضا در زیرزمین برای استفاده از گرمای زمین بسیار مناسب است. فضاهای روباز مانند پارکینگ را باید در سمت غربی بنا قرار داد تا به‌عنوان عایقی برای خروج گرما و ورود سرما (از جهتی که آفتاب کمی می‌گیرد) باشد. بهتر است لوله‌های آب و فاضلاب در خارج دیوارها به خصوص دیوارهای شمال غربی و جنوب شرقی قرار گیرد.

- **روش‌های کنترل باد:**

مکان‌یابی شهر باید در نیمهٔ پایینی ارتفاع و در خلاف جهت باد انتخاب شود. شهر باید به‌سوی بادهای مناسب باز باشد و جلوی بادهای نامناسب را بگیرد. از جمله روش‌های کنترل باد عبارتند از: جلوگیری از تونل باد، بادشکن، چیدمان مناسب برای هدایت باد و جلوگیری از گرد باد (Niksefat & Taghizade, 2020).

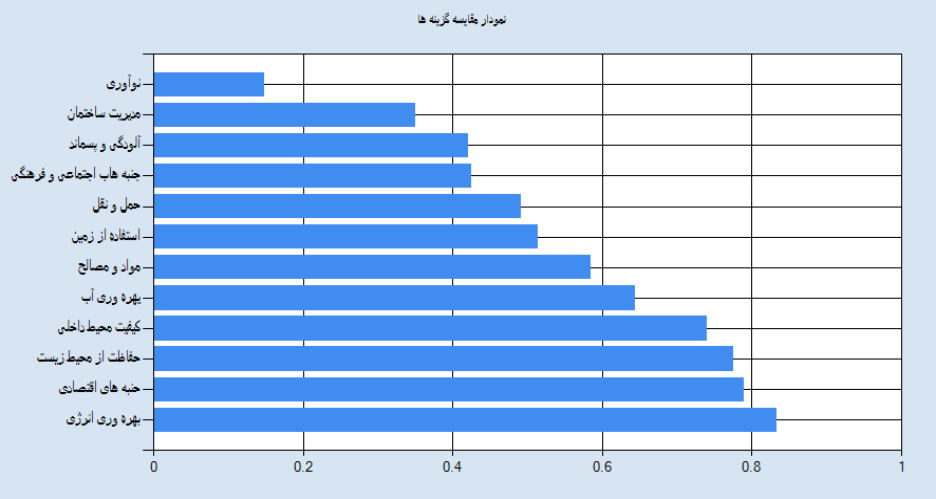
۳- یافته‌ها

باتوجه‌به شاخص‌های بومی و اقلیمی و شاخص‌های بین‌المللی موجود می‌توان دستهٔ شاخص‌های تاثیرگذار در تدوین سیستم ارزیابی ساختمان‌های پایدار اقلیم سرد و خشک را استخراج نمود. این شاخص‌ها در این پژوهش با تکنیک دلفی ارزیابی و وزن‌دهی شدند. وزن‌دهی یک استراتژی عملی است که در آن شرایط بستر اولویت‌بندی می‌شود و این سیستم پایه و اساس تمام طرح‌های ارزیابی محیطی است (Cole, 2005).

شاخص‌های سیستم ارزیابی اقلیم سرد و خشک ایران با استفاده از مدل سلسله‌مراتبی بر اساس استخراج شاخص‌های پایداری موجود در سیستم‌های ارزیابی پایداری تحلیل شدند و درنتیجه یک مدل ارزیابی با تکیه بر اجماع ۲۵ نفر از کارشناسان (موسوم به پنل دلفی) ساخته شد. این مقایسهٔ زوجی برای اولویت‌بندی و دسته‌بندی شاخص‌ها بر اساس بافت منطقه سرد و خشک ایران انجام شده است. جهت اعتبارسنجی مدل از نرم‌افزار TOPSIS solver استفاده شده است.

شکل ٦. نمودار روند بررسی شاخص‌ها در تکنیک دلفی

طبق اجماع نظر پنل دلفی و همچنین محاسباتی که باتوجه‌به وزن‌دهی به خبرگان و اعضا انجام شد، اولویت‌ها به ترتیب زیر قرار گرفتند.



شکل ۷. نمودار وزن‌دهی به شاخص‌های پیشنهادی باتوجه‌به نتایج تکنیک دلفی

٤- بحث و نتیجه‌گیری

باتوجه‌به یافته‌های پژوهش می‌توان گفت که ضمن مفیدبودن بهره‌گیری از سامانه‌های موجود و تجربه‌های اجرایی آن‌ها در قالب مرجع و الگوی تدوین سامانهٔ بوم، لزوم اولویت‌بندی معیارهای سامانه‌های بین‌المللی مبتنی‌بر شرایط منطقه‌ای به جهت مقابله با چالش‌های بومی نیز دیده می‌شود.

در تمام سیستم‌های ارزیابی، نقاط اختلاف و شباهت وجود دارد و هرکدام از سیستم‌ها محدودیت‌های خود را دارند و ممکن نیست برای همهٔ پروژه‌های منطقه‌ای و دیگر جنبه‌های خاص مانند کیفیت محیط داخل به کار روند. این سیستم‌ها غالباً معیارهای ارزیابی مختلف، روش‌ها و مراحل مختلف را به کار می‌برند. هر سیستمی فواید و نواقص خود را دارد؛ لیکن باتوجه‌به اختلاف‌های بین آن‌ها، بیشتر سیستم‌ها معیارهای مشابهی را برای ارزیابی و رتبه‌بندی به کار می‌برند. شباهت‌ها عبارتند از: ۱. کاهش مصرف انرژی، ۲. میزان تولید گازهای گلخانه‌ای، ۳. تنظیم وزن‌دهی بر اساس کاربری و نیز اختلاف ها عبارتند از: ۱. تفاوت معیارها، ۲. تفاوت در الگوهای وزن‌دهی، ۳. الگوی اختصاص نمره‌ها.

برای رسیدن به یک دیدگاه جامع در طراحی سیستم‌های رتبه‌بندی، می‌توان معیارهای ارزیابی‌کننده را به ٤ دسته تقسیم کرد:

۱. معیارهای بیانگر تأثیر ساخت بنا بر محیط: سایت پایدار- مواد و مصالح- آب- انرژی- مدیریت- پسماند.

۲. معیارهای بیانگر تأثیر ساخت بر انسان: کیفیت محیط داخلی (آسایش حرارتی- آسایش بصری- آکوستیک و ...)- سلامت- امنیت.

۳. معیارهای ناشی از تأثیر محیط بیرون بر پایداری: نوآوری در طراحی- طراحی اقلیمی- طراحی بومی و سنتی

٤-معیارهای اقتصادی.

جدول ۲. جدول وزن دهی به شاخص‌های پیشنهادی سامانه ارزیابی ساختمان‌های پایدار اقلیم سرد و خشک ایران

امتیاز	شاخص(زیر شاخص)		امتیاز	شاخص(زیر شاخص)
5.1	مدیریت:		18	سایت پایدار
1.4	مدیریت دسترسی های داخلی و خارجی سایت		1.2	افزایش و گسترش پوشش گیاهی و حفظ و ترمیم آن
1.3	ارزیابی طراحی سایت		1.1	محوطه سازی
1.6	مانیتورینگ و کنترل		1.1	انتخاب سایت مناسب با کاربری مورد نظر

0.8	مدیریت یگپارچه در مجموعه فرآیند طراحی- اجرا- بهره برداری	1.4	به حداکثر رساندن فضای باز
16	کیفیت محیط داخلی:	1.3	کاهش آلودگی های نوری
0.9	آسایش حرارتی	1.6	جلوگیری از پدید آمدن پدیده گرمایی
1.1	آسایش رطوبتی	1.7	حفظ منظر و چشم انداز
1.1	آسایش صوتی و ارتعاشی	1.7	بازسازی سایت های آسیب دیده و آلاینده محیط زیست
1.7	تهویه مناسب	2.72	حفظ توپوگرافی طبیعی سایت
1.4	سیستم های اندازه گیری CO_2 خروجی و داخلی	1.97	کاهش سنگ فرش های سخت در سایت
1.7	مدیریت کیفیت هوای ساختمان در زمان ساخت و بهره برداری	1.2	حفاظت از جنگل – حفاظت از خاک در طول ساخت و ساز
2.4	استفاده از مواد با میزان آلایندگی اندک(رنگ- برچسب ها- کف سازی- و ...)	1	بررسی و ارزیابی چرخه زندگی- بررسی و ارزیابی اثرات زیست محیطی
1.7	کنترل آلاینده های شیمیایی و بیولوژیکی و ذرات خطرناک در فضای ساختمان	17.5	مواد و مصالح:
1.6	کنترل پذیری سیستم های نورپردازی – تهویه حرارتی-...	0.9	مصالح سبز
1.2	تامین نور مناسب	1.76	استفاده از مصالح تولیدکنندگان و کارخانه های مجاز و معتبر
0.9	تامین منظر مناسب	2.56	استفاده از سیستم و مصالح پیش ساخته و خشک
16	امنیت	1.5	استفاده مجدد از مصالح
2.6	امنیت در برابر زلزله –سیل- رانش- باد های سهمگین:	1.4	طراحی بر اساس استفاده حداقل از مصالح
2.2	سیک سازی ساختمان	1.84	سیستم مدولار
1.3	سیستم های هشدار لرزه ای	1.4	استفاده از محصولات پایدار
1.6	استفاده از سازه های جدید با قابلیت تحمل زلزله	1.2	استفاده از مواد و مصالح یا سرعت تجدید بالا
2.3	استفاده از سازه های یکپارچه	2.07	اجتناب از CFC
1.9	استفاده از بادبند با سنسور های حرکتی	1.7	استفاده از مواد با خطرات بهداشتی پائین
1.4	سیستم ها ی حفاظتی و ضد سرقت:	1.2	توجه به چرخه ی زندگی منابع هنگام انتخاب و تعیین مواد
1.1	درب و پنجره های ضد سرقت	20.8	آب:
1.7	دوربین های مدار بسته و سایر امکانات کنترل فضا	1.6	بهینه سازی مصرف آب
9	سلامت:	1.3	پایش مصرف آب
1.7	اطمینان از کیفیت آب مصرفی	1.76	سنجش و پیشگیری از نشت آب

2	اطمینان از تهویه مطبوع و کنترل تهویه و درجه رطوبت داخلی	1.86	مدیریت آب خاکستری
1.8	کنترل شاخص های بصری و حرارتی	3	جمع آوری آب باران
1.7	کنترل نحوه دفع ضایعات پسماند ها و فاضلاب	2.02	استفاده از لوازم و فناوری های کاهش مصرف آب
1.8	جداسازی محیط ها با آلودگی های شیمیایی و یا ذرات خطرناک از فضاهای دیگر	1.3	آبیاری قطره ای
1.5	نوآوری در طراحی:	1.2	استفاده از گیاهان با نیاز کم آبیاری در طراحی فضای سبز داخلی و خارجی
1.5	نوآوری در ساخت و ساز و تکنیک های نوین طراحی	1.4	بازیافت فاضلاب یا استفاده از فناوری های خلاقانه
25	طراحی اقلیمی	0.9	استفاده مجدد از آب
2.3	بهره گیری بهینه از تابش خورشید	1.78	استفاده کار آمد از آب در فرآیند ساخت و ساز
0.8	جلوگیری از ایجاد تونل باد در فضاهای داخلی و خارجی-	2.68	عدم استفاده از آب شرب شهری برای آبیاری و شست و شو
1.5	بادشکن های زمستانی	18.3	انرژی:
2.3	امکان مسدود سازی تهویه در فصل های سرد	1.5	بهینه سازی مصرف
1.3	طراحب پلان ها ی فشرده و منفرد	1.84	پایش مصرف
1.7	کاهش سایه در شریان ها	1.3	سیستم کنترل هوشمند ساختمان
2.5	جهت گیری شرقی- غربی بنا ها	3	استفاده از انرژی های تجدید پذیر
1.6	درختان خزان پذیر در پوشش گیاهی سایت و اطراف بازشو ها و نورگیر ها	1.88	تجهیزات با برچسب انرژی
1.3	معماری داخلی و مبلمان فشرده	1.3	استفاده از انواع سایبان
1.9	به حداقل رساندن سطوح خارجی و سطوح جانبی	1	فضای خشک کردن لباس
1.4	استفاده از مزایای گرمای زمین	1.3	جلوگیری و کاهش تولید ,NOXو SOX
0.9	استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی بالا	1.5	استفاده از کنتر مجزا برای سنجش میزان مصرف
1.6	استفاده اصولی از سایبان های متحرک	1.5	کنترل روشنایی با انواع سنسور ها
1.6	کاربرد رنگ ها ی تیره و سطوح غیر صیغلی در بدنه ها	1.6	استفاده از جداره سبز
0.9	انتخاب سایت بر روی شیب های رو به جنوب	1.86	استفاده از لوازم نوری با بهره وری بالا
1.7	کاهش سطح بام	12.7	پسماند:
4.2	طراحی بومی و سنتی	2.15	کاهش زباله در ساخت و ساز
1.7	توجه به کیفیت اجتماعی و فرهنگی در طراحی	1.2	ذخیره سازی و بازیافت
2.5	استفاده از مصالح بومی و مصالح موجود در	1.3	استفاده مجدد از ساختمان

منطقه			
4.3	معیار های اقتصادی:	1.5	نگهداشتن سقف و سازه اصلی در صورت نیاز به نوسازی
1.9	کاهش هزینه های ساخت	0.7	استفاده از مصالح بازیافتی
1.3	کاهش هزینه های اولیه ۰	1.7	استفاده از فناوری های نوین دفع زباله و پسماند
1.1	کاهش هزینه های زمان بهره برداری (جبران هزینه های اولیه طی ۵ – ۱۰ سال پس از بهره برداری)	2.66	مدیریت مواد دورریختنی
		1.5	استفاده مجدد و قابلیت استفاده مجدد
		7.72	حمل و نقل:
		1.78	دسترسی به شیکه حمل و نقل
		1.4	تسهیلات استفاده از دوچرخه
		1	استفاده از ماشین های برقی و هیبریدی
		1.74	افزایش دسترسی به شیکه حمل و نقل عمومی
		0.8	دسترسی معلولین
		1	دسترسی به امکانات رفاهی و فضاهای خدماتی

٦- تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از رساله دکتری الهه نوری به راهنمایی دکتر وحید قبادیان است. این پژوهش با پشتیبانی شورای ساختمان سبز ایران به انجام رسیده که بدین وسیله از ایشان تشکر و قدر دانی می شود.

۷- منابع

۱- بیات، پ.، حیدری، م.، آزادگان، ص.، و غیبی، ص. (۱۳۹٤). ارزیابی نقش عوامل اقلیم و طبیعت مناطق سردسیر در راه دستیابی به معماری پایدار. اولین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین علوم و تکنولوژی.

۲- پیله وروطن دوست، م.، تهرانی فر، ع.، و کاظمی، ف. (۱۳۹۷). تاثیرگونه های بومی ایران در سیستم بام سبز بر تعدیل دمایی و ذخیره انرژی ساختمان. *چهارمین کنفرانس بین المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی*

۳- حیدری، ش.، غفاری، ش. (۱۳۸۹). منطقهٔ راحتی در اقلیم سرد و خشک ایران. *نشریهٔ هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی*، ۲ (٤٤)، ۳۷-٤۲.

٤- رضایی، ن.، جهانگیریان، و. (۱۳۹۲). ساختمان‌های سبز و به‌کارگیری آن‌ها در ایران و جهان. سومین کنفرانس بین‌المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی.

۵- رضوی، ا. (۱۳۹۵). برنامه‌ریزی در جهت معماری اقلیمی با بهره‌گیری از شاخص‌های بیوکلماتیک به‌منظور توسعه پایدار. ادارهٔ کل هواشناسی خراسان رضوی.

۶- شقاقی، ش.، مفیدی، م. (۱۳۸۷). رابطه توسعه پایدار و طراحی اقلیمی بناهای منطقه سرد و خشک (مورد مطالعاتی تبریز). *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۱۰(۳)، ۱۰۵-۱۲۰.

۷- فرزادی‌پور، س.، احسانی‌مهر، ا. (۱۳۹٤). بررسی نحوهٔ ارزیابی و شرح معیارهای ساختمان‌های پایدار بر اساس طرح ارزیابی ساختمان های پایدار انگلستان، BREEAM. کنفرانس بین‌المللی معماری، شهرسازی، عمران و محیط‌زیست؛ افق‌های آینده، نگاه به گذشته.

۸- قمشه، ا.، و رضایی، ع. (۱۳۹۵). معماری در اقلیمهای مختلف،دومین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان،تهران،https://civilica.com/doc/2425

۹- محمدزاده، ر. (۱۳۸۹). بررسی نقش برنامه‌ریزی فیزیکی در کاهش آلودگی صوتی. *انسان و محیط‌زیست*، ۲(۱۳)، ۲۱-۲۸.

۱۰- مختارزاده، ص.، موسوی، م. (۱۳۹۵). بررسی الزامات مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان در مجتمع‌های مسکونی کلانشهر تبریز. اولین مسابقهٔ کنفرانس بین‌المللی جامع علوم مهندسی در ایران.

۱۱- نقاشیان، ی.، بویه، م.، توکلی، ی. (۱۳۹۱). ارائهٔ یک مدل پیشنهادی برای سامانهٔ ارزیابی پایداری ساختمان سبز در ایران. دومین کنفرانس بین‌المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی.https://civilica.com/doc/222430

۱۲- هدایتی راد، ف.، شبانکاری، م.، ضرغامیان، م. (۱۳۹۵). ارزیابی شاخص‌های زیست اقلیمی مؤثر بر آسایش انسان (مطالعهٔ موردی: منطقه آزاد اروند). *فصلنامهٔ علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، ٤(۱۸)، ۲۱-٤۱ .

۱۳- مفیدی، م. (۱۹۹۸). طراحی شهری اقلیمی. رساله دکترا، دانشگاه شفیلد، انگلستان.

14- Abel, C. (2012). *Architecture and identity*. Routledge.

15- Abunimah, A. (2012). *Iraq under siege: The deadly impact of sanctions and war*. Pluto Press.

16- Ali-Toudert, F., Ji, L., Fährmann, L., & Czempik, S. (2020). Comprehensive assessment method for sustainable urban development (CAMSUD)-a new multi-criteria system for planning, evaluation and decision-making. *Progress in Planning*, *140*, 100430.

17- Alyami, S. (2015). *The development of sustainable assessment method for Saudi Arabia built environment* (Doctoral dissertation, Cardiff University).

18- Berezin, Y., Gozolchiani, A., Guez, O., & Havlin, S. (2012). Stability of climate networks with time. *Scientific reports*, *2*(1), 1-8.

19- Cole, R. J. (2005). Building environmental assessment methods: redefining intentions and roles. *Building Research & Information*, *33*(5), 455-467.

20- Nguyen, B. K., & Altan, H. (2012). Tall-building Projects Sustainability Indicator (TPSI): A new design and environmental assessment tool for tall buildings. *Buildings*, *2*(2), 43-62.

21- Hegger, M., Fuchs, M., Stark, T & ,.Zeumer, M .(2012) .Energy manual: sustainable architecture: Walter de Gruyter.

22- Ismaeel, W. S. (2019). Drawing the operating mechanisms of green building rating systems. *Journal of Cleaner Production*, *213*, 599-609.

23- Kim, J. T., & Todorovic, M. S. (2013). Towards sustainability index for healthy buildings—Via intrinsic thermodynamics, green accounting and harmony. *Energy and Buildings*, *62*, 627-637.

24- Klinger, C., & Mayer, B. (2016). The Neighboring Column Approximation (NCA)–A fast approach for the calculation of 3D thermal heating rates in cloud resolving models. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, *168*, 17-28.

25- Liu, K., & Leng, J. (2021). Quantified CO2-related indicators for green building rating systems in China. *Indoor and Built Environment*, *30*(6), 763-776.

26- social housing: The comparison of the Mexican funding program for housing solutions and building sustainability rating systems. *Building and environment*, *133*, 103-122.

27- Li, C. Z., Lai, X., Xiao, B., Tam, V. W., Guo, S., & Zhao, Y. (2020). A holistic review on life cycle energy of buildings: An analysis from 2009 to 2019. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *134*, 110372.

28- Zuo, J., & Zhao, Z. Y. (2014). Green building research–current status and future agenda: A review. *Renewable and sustainable energy reviews*, *30*, 271-281.

Comparison of rating systems of sustainable buildings in order to develop indicators for assessing the stability of cold and dry climate in Iran

Elahe Nouri Segherlou[1], Vahid Ghobadian[2]

1. Assistant Professor, Department of Architecture, College of Arts and Architecture, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (Corresponding Author).
e.segherlou@qodsiau.ac.ir

2. Assistant Professor, Department of Architecture, College of Arts and Architecture, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Vah.Qobadiyan@iauctb.ac.ir

Abstract

Today, we face numerous and diverse indicators in the discussion of sustainability. These indicators link sustainability to other concepts such as welfare, health, social cohesion, and they are also considered in the activities of design and planning time, construction, and operation. So, designing a sustainability assessment system for different regions of Iran is necessary and helpful to develop this country. The purpose is to show "the non-generalizability of international systems for use in different regions and climates and" the need to localize evaluation systems " and also emphasize the need to design an evaluation system according to the problems and facilities of the context, Attention to spatial capacities, modeling of traditional sustainable climate architecture as well as cold and dry climate ecological studies of Iran. This study first tries to prove the nature of these systems by analyzing the basis of production of stability assessment systems and the roots of the weighting of international, indigenous, and regional systems. Then, compile the structure and architectural elements of the hot and dry climate according to the basic stability indicators. To meet the aim, first, studying the existing evaluation systems as a case study shows that in all systems, even systems are known as international, regional coefficients are effective in weighting the indicators. Also, they are designed based on a regional context.

Based on the research findings and the reviewed systems, the coefficients of headings and indicators are mainly based on regional indicators. Therefore, this system cannot be generalized to other regions, despite the claim of international design. By analyzing the findings from the Delphi technique and examining the climatic and social situation of the cold and dry climate of Iran, the proposed indicators for the cold and dry climate were introduced.

Keywords: cold and dry climate, sustainability assessment systems, localization requirement, regional coefficients.

This Journal is an open access Journal Licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License

(CC BY 4.0)