

# تبیین مؤلفه‌ها و شاخص‌های پایداری محیطی فضاهای آموزشی ایران با تأکید بر سیستم‌های ارزیابی فضاهای سبز آموزشی

نگین بارشادات<sup>۱</sup>، حمیدرضا شعاعی<sup>۲</sup>، علیرضا رضوانی<sup>۳\*</sup>

۱. دانشجوی دکترا، گروه معماری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران  
n.bareshadat@yahoo.com  
۲. استادیار، گروه معماری، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران  
shoaeihamidreza@yahoo.com  
۳. استادیار، گروه معماری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: 1398/03/10

تاریخ وصول مقاله: 1397/03/20

## چکیده

چالش‌های پیش‌روی محیط‌زیست و تغییرات غیرقابل برگشت آن، ضرورت توجه به مسائل زیست‌محیطی را اجتناب‌ناپذیر کرده است. این امر موجب شده معماران در پی یافتن راهکارهای جدید برای تأمین محیط مطلوب انسان باشند. اگرچه فضاهای آموزشی، سهم کمی از سرانه زمین‌های شهری را به خود اختصاص می‌دهند، لیکن نگرش به رویکردهای معماری پایدار در فضاهای آموزشی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است، چرا که ساخت و ساز مدارس سبز پا سخی است به بحران‌های زیست‌محیطی و آموزشی مضاعف به دانش‌آموزان در گرایش به آن.

این پژوهش، با هدف پیشنهاد مؤلفه‌ها و شاخص‌های طراحی پایداری محیطی مدارس ایران، به دنبال پاسخ به این سؤال است که استانداردهای جهانی طراحی فضاهای آموزشی پایدار کدامند و دارای چه مؤلفه‌ها و شاخص‌هایی هستند و چگونه می‌توان از آن‌ها در طراحی فضاهای آموزشی ایران استفاده کرد؟ روش تحقیق توصیفی-تحلیلی و ترکیبی از روش‌های زمینه‌یاب و تحلیل محتوا و مقایسه‌ای است؛ همچنین روش گردآوری داده‌ها به صورت کتابخانه‌ای-اسنادی است. نتایج بررسی با ارائه جداول و نمودارهای تحلیلی نشان داد که از تلفیق دو سیستم LEED و BREEAM می‌توان سیستم جدیدی برای طراحی فضاهای آموزشی پایدار ایران ارائه کرد که شامل ۷ مؤلفه و ۴۶ شاخص است که ۱۹ شاخص تحت تأثیر عوامل محیطی قرار داشته، می‌بایست بومی‌سازی شوند.

## کلیدواژه

سیستم‌ارزیابی، فضاهای آموزشی، معماری پایدار، مدارس سبز

## ۱. مقدمه

محیط‌زیست دارد (Akadiri et al., 2012). ساختمان‌ها و فعالیت‌های ساخت و ساز حدود ۴۰ درصد انرژی، ۳۰ درصد منابع معدنی و ۲۰ درصد آب منابع جهان را مصرف و همچنین ۴ درصد انتشار اکسیدکربن، ۳۰ درصد زباله جامد و ۲۰ درصد آلودگی آب دنیا را ایجاد می‌کنند (کیانگ: ۱۳۹۵). از این رو میزان تأثیرگذاری، ساخت و ساز را در زمره یکی از بزرگترین کاربران انرژی، منابع مادی و آب قرار داده و

در طول چند سال گذشته، پایداری به یکی از دغدغه‌های اصلی در توسعه تبدیل شده است. بروز چندین بحران زیست‌محیطی متعدد، مسائل بسیاری را برای دولت‌ها ایجاد کرده و آن‌ها را وادار به تحقیق، شناخت عوامل و چارچوب کرده است. مطالعات انجام شده بر عوامل مذکور نشان داده است که صنعت ساخت و ساز، تأثیر قابل توجهی بر

۴. کمک به اقتصاد کشور با به حداقل رساندن هزینه های مدارس در مراحل مختلف طراحی، ساخت و بهره‌برداری؛

۵. ارتقاء سلامت و بهداشت جسمانی و روانی دانش‌آموزان؛

۶. تشویق و ترغیب دانش‌آموزان به فعالیت‌های هدفمند پایدار و

۷. زمینه‌سازی برای انتخاب مشاغل و مسئولیت‌های همراستا با رویکردهای پایدار در آینده (رفرنس).

از طریق معماری پایدار، به پایداری محیط‌زیست و پایداری بوم‌شناختی می‌توان دست یافت و این دیدگاه را می‌توان از طریق ساختمان‌سازی و معماری به دانش‌آموزان انتقال داد؛ و اگر مدارس بر اساس اصول معماری پایدار طراحی شوند، محیطی را برای دانش‌آموزان مهیا می‌کنند که از طریق آن، توجه به محیط‌زیست سبز، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و غیره را نیز آموزش داد (تاسکی، ۲۰۱۵)، چرا که این مدارس با استفاده از تکنولوژی و فناوری سبز از برنامه‌های آموزشی مرتبط با حفاظت از محیط‌زیست پشتیبانی می‌کنند. این رویکرد آموزشی به دانش‌آموزان این فرصت را می‌دهد تا سیستم‌های مدیریت محیط‌زیست را به شیوه هرچه ملموس‌تر درک کنند و این توانایی را داشته باشند که در آینده آن را در محیط خانه و محل کار خود پیاده‌سازی نمایند (می‌بودی، ۱۳۹۶). از طرفی ارزش این ساختمان‌ها فقط بر منطبق بودن بر اصول زیست‌محیطی و مصرف کمتر انرژی نیست، بلکه اهمیت آن در تأثیری است که ویژگی‌های ساختمان بر روحیه دانش‌آموزان دارد (پورآتشی، شعبانعلی قمی و فهام، ۱۳۹۱).

در حال حاضر با نگاهی به وضعیت موجود مدارس کشور، با فقدان مدارس سبز در میان مدارس رسمی روبه‌رو هستیم. بر اساس مطالعات انجام شده به‌رغم تلاش‌های پراکنده‌ای که برای به‌کارگیری معیارهای محیط‌زیستی در برخی از مدارس انجام شده، به علت مهیا نبودن معیارهای استاندارد و بومی، آمادگی سبز شدن مدارس کشور در

به‌عنوان آلاینده‌ای بزرگ معرفی می‌کند. از این‌رو رویکرد ساخت‌وساز پایدار، دارای پتانسیل بالایی در توسعه پایدار است (Abidin, 2010). اگرچه بر اساس آمار ارائه شده توسط مهرالله رخشانی، رئیس سازمان نو سازی توسعه و تجهیز مدارس کشور (۱۳۹۷) ساختمان‌ها و کاربری‌های آموزشی سهم چشمگیری در سرانه‌های زمین شهری ندارند؛ لیکن ساخت‌وساز پایدار و سبز مدارس، می‌تواند موجب تشویق، ترغیب و آموزش مضاعف به دانش‌آموزان باشد؛ چرا که دانش‌آموزان حدود نیمی از وقت فعال خود را در مدارس می‌گذرانند و در آینده نیز چه در رفتار فردی و خانواده و چه در مشاغل خود می‌توانند این رویکردها را توسعه دهند. از این‌رو، این راهبرد، همراه آموزش‌های محیط‌زیستی در فضاهای ساخته شده هماهنگ، تأثیرگذاری بیشتری دارد. در نهایت وجهی دیگر در اهمیت ایجاد و توجه به مدارس سبز، رویکرد جدید در ایجاد مدارس در محیط طبیعی است که در دستور کار بسیاری از کشورهای توسعه یافته قرار گرفته است. از این‌رو توجه ویژه به طراحی پایدار مدارس و ایجاد شرایط زیست‌محیطی مناسب می‌بایست از اهم توجهات در توسعه کالبدی باشد.

مدارس سبز می‌توانند نقش بسزایی در بهبود پایداری زیست‌محیطی ایفا کنند بنابراین هر تغییر و تحول زیربنایی در توسعه و تعالی اجتماعی و فرهنگی جامعه در گروه مدارس خواهد بود که از مؤلفه‌های پایداری متناسب برخوردار باشند. ارتقای مدارس به مدارس سبز می‌تواند فواید بسیاری داشته باشد. از جمله:

۱. کمک به ارتقای دیگر فضاهای انسانی در مقیاس‌های مختلف؛

۲. حفاظت و مدیریت کارآمد محیط‌زیست و منابع و نیز گسترش آن و انتقال این اطلاعات به ارزش‌های اجتماعی در سطح کشور؛

۳. افزایش فضاهای سبز متناسب با شرایط محیطی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، کاهش مصرف انرژی، مدیریت پسماندها، بازیافت و مدیریت بهینه آب و حمل‌ونقل؛

ضرورت پرداختن به آن بر همگان مشخص است، لیکن تا کنون اقدامی جدی انجام نشده است.

مطالعه پژوهش‌های انجام شده در ایران در خصوص موضوع تحقیق حاضر، نشان می‌دهد که تحقیق‌های مذکور اگرچه بر پایه سیستم‌های ارزیابی جهانی صورت پذیرفته است لیکن بیشتر با تأکید بر یک سیستم و به‌ویژه سیستم ارزیابی LEED<sup>۱</sup> انجام شده و در نتیجه همان مؤلفه‌ها و شاخص‌ها استفاده شده و در انتها به منظور طراحی سیستم ارزیابی جدید از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)<sup>۲</sup> به منظور تعیین اولویت‌ها و امتیازدهی شاخص‌ها استفاده شده است. از این‌رو جز استفاده از نظر خبرگان به منظور تعیین اولویت مؤلفه‌ها به اولویت‌های محلی و منطقه‌ای که در بسیاری از شاخص‌ها تأثیرگذار هستند، توجهی صورت پذیرفته است در حالی که پژوهش حاضر نخست به شناسایی سیستم‌های ارزیابی فضاهای سبز آموزشی پرداخته و از طریق مقایسه و تحلیل آن‌ها دو سیستم ارزیابی معتبر (LEED<sup>۳</sup> و BREEAM<sup>۴</sup>) که تقریباً در بسیاری از کشورها ملاک عمل قرار می‌گیرند را انتخاب کرده، سپس بر اساس مقایسه و تلفیق آن‌ها با یکدیگر دسته‌بندی جدیدی ارائه می‌دهد. در نهایت نیز توصیه‌هایی به منظور انطباق مؤلفه‌ها و شاخص‌های مورد نظر بر شرایط محلی و منطقه‌ای مطرح می‌کند.

## ۲. روش تحقیق

این پژوهش با هدف پیشنهاد مؤلفه‌ها و شاخص‌های طراحی پایداری محیطی مدارس ایران، به دنبال پاسخ به این سؤال است که استانداردهای جهانی در خصوص طراحی فضاهای آموزشی پایدار کدامند و دارای چه مؤلفه‌ها و شاخص‌هایی هستند و چگونه می‌توان از آن‌ها در طراحی فضاهای آموزشی کشور استفاده کرد؟ بر این اساس روش تحقیق توصیفی-تحلیلی و ترکیبی از روش‌های زمینه‌یاب و تحلیل محتوا و مقایسه‌ای است؛ همچنین روش گردآوری داده‌ها به صورت کتابخانه‌ای-

مراحل بسیار ابتدایی خود قرار دارد و این باعث شده که امروزه مدرسی را در ایران مشاهده می‌کنیم که مدرسه سبز نامیده می‌شوند ولی در واقعیت، معیارهای استاندارد و شرایط لازم در این زمینه را ندارند (Mahdavinejad et al, 2014). عدم رعایت اصول معماری پایدار در ساخت و ساز مدارس موجود پیامدهای بسیاری را به دنبال داشته است، از جمله: به وجود آمدن مسائل اقلیمی، صرف انرژی بسیار زیاد برای تأمین شرایط آسایش محیطی، انزوای معماری بومی، عدم توجه به محیط‌زیست و اقلیم در فرایند ساخت و ساز و ... لذا این امر ضرورت وجود معیارهایی که تصمیم‌گیرندگان را در ایجاد مدارس فوق یاری می‌دهد بیشتر آشکار می‌سازد. در کشورهای پیشرو، مطالعات بسیاری در این خصوص صورت پذیرفته است و محققان معیارهای متعددی را برای ارزیابی مدارس پایدار معرفی کرده‌اند که دارای همگرایی منطقی‌ای نیز هستند. این معیارها تحت عنوان سیستم‌های ارزیابی مدارس سبز در کشورهای مختلف معرفی و استفاده شدند. مطالعه سیستم‌های ارزیابی مدارس سبز در جهان و مروری بر اسناد و روش‌های موجود در ایران حاکی از آن است که به‌رغم تلاش‌های صورت گرفته، متأسفانه به منظور ساخت، بهره‌برداری و ارزیابی مدارس پایدار، دستورالعمل یا سیستمی طراحی نشده و حتی مؤلفه‌ها و شاخص‌های پایداری این‌گونه مدارس با توجه به شرایط فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی نیز تدوین نشده است. این امر موجب شده که به‌رغم توجه و الزام ساخت و ساز مدارس سبز در کشورهای پیشرو، در کشور ما بیشتر توجهات بر آموزش محیط‌زیست باشد، به گونه‌ای که در همین تعداد کم مدارس ساخته شده که با عنوان مدارس سبز در حال فعالیت هستند؛ بیشتر بر مباحث آموزش‌های فردی تأکید شده است. وجود منشور جامع محیط‌زیستی (۱۳۹۴) و اهداف بیان شده در آن نیز تأییدی بر این امر است. از این‌رو موضوع شناسایی مؤلفه‌ها و معیارهای طراحی معماری مدارس پایدار در ایران، از جمله مباحثی است که اگرچه

اسنادی است. از این رو پس از بررسی پیشینه پژوهش، سیستم‌های معتبر ارزیابی فضاهای سبز آموزشی در دنیا از لحاظ ساختار و روش بررسی شده‌اند، سپس مؤلفه‌ها و شاخص‌های ارزیابی موجود در این سیستم‌ها معرفی شده‌اند که نشان‌دهنده میزان انطباق با مباحث زیست‌محیطی و توسعه پایدار هستند. در ادامه، با مقایسه سیستم‌های مذکور و میزان همگرایی آن‌ها، از بین سیستم‌های معرفی شده دو سیستم LEED و BREEAM که میزان همپوشانی بیشتر داشته و طبق مطالعات انجام شده جنبه بین‌المللی دارند، به‌عنوان سیستم‌های مبنا استفاده شده‌اند. نتایج بررسی با ارائه جداول و نمودارهای تحلیلی نشان داد که از تلفیق دو سیستم مذکور می‌توان سیستم جدیدی طراحی کرد که شامل مؤلفه‌ها و شاخص‌های مؤثر بر پایداری محیطی فضاهای آموزشی ایران باشد.

### ۳. ادبیات پژوهش

یکی از شاخصه‌های اساسی کشورهای کوشا در حفاظت محیط‌زیست، سیاست‌گذاری در راستای آموزش به‌عنوان بعد سوم توسعه پایدار است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۵). در این خصوص مطالعات بسیاری صورت پذیرفته است که به وجوه مختلف توسعه پایدار و ارتباط آن با مدارس سبز پرداخته‌اند:

Zhang و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای تحت عنوان «مقایسه استانداردهای ارزیابی برای ساختمان سبز در چین، بریتانیا، ایالات متحده آمریکا» براساس معرفی آخرین استانداردهای ارزیابی برای ساختمان‌های سبز در این سه کشور، این استانداردها را از ۵ جنبه شامل صرفه‌جویی انرژی، صرفه‌جویی آب، ذخیره مواد، انتخاب سایت و کیفیت محیط فضای باز و محیط بیرونی مقایسه کرده‌اند. این مقایسه عمدتاً بر روش‌های ارزیابی و شاخص‌های ارزیابی در سه سیستم استاندارد تمرکز دارد. در نهایت، ویژگی‌های هر سیستم استاندارد خلاصه و پیشنهادهایی برای بهبود استاندارد ارزیابی چین برای ساختمان‌های سبز

ارائه شد. Zhao و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای با عنوان «پروژه مدرسه سبز: ابزاری برای سرعت بخشیدن به توسعه پایدار» با معرفی تغییرات آب‌وهوایی و مباحث مربوط به انرژی به‌عنوان بزرگترین مشکل زیست‌محیطی جهان، به این نتیجه رسیدند که مدیران و سیاست‌گذاران در سراسر جهان می‌بایست قوانین، مقررات و استانداردهایی را در این زمینه تدوین کنند تا آگاهی زیست‌محیطی مردم در این زمینه افزایش یابد. Hazman Hashim and Denan (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای تحت عنوان «اهمیت حفاظت از محیط‌زیست طبیعی در طراحی مدارس در مالزی» به بررسی اهمیت و حفظ طبیعت در محیط پیرامون مدارس پرداخته‌اند. بدین منظور سه نمونه از طراحی مدارس در Selangor مالزی را بررسی کرده است. یافته‌ها نشان می‌دهد، دانش‌آموزان ترجیح می‌دهند که محیط طبیعی در اطراف خود داشته باشند و این می‌تواند خلاقیت دانش‌آموزان را تحریک کند. Lee (۲۰۱۲) در مقاله‌ای با عنوان «استفاده از انرژی‌های پایه برای طراحی طرح‌های ارزیابی محیط‌زیست» به مقایسه پنج استاندارد BREEAM، LEED، CASBEE<sup>۴</sup>، BEAM<sup>۵</sup> و ESGB<sup>۶</sup> پرداخته است. نتایج مقایسه نشان داد که تمام پنج طرح براساس عملکرد نسبی است، همچنین در این بین استاندارد LEED نسبت به سایرین، انعطاف‌پذیری کمتری دارد. Alyami & Rezgui (۲۰۱۲) در تحقیقی که بر مهم‌ترین روش‌های ارزیابی محیطی در سطح جهانی BREEAM، LEED، SBTTool<sup>۷</sup> و CASBEE انجام دادند، مشخص کردند که روش‌های موجود نمی‌توانند به دلایلی در همه مناطق اعمال شوند. یکی از آن‌ها تنوع منطقه‌ای است. این تحقیق به دنبال طرحی است که زمینه‌های همگرایی و تمایز را به منظور توانمندسازی معیارهای زیست‌محیطی در طرح‌های بالقوه جدید شناسایی کند. این تحقیق در نهایت، مدلی کلی برای توسعه روش ارزیابی زیست‌محیطی مؤثر برای ایجاد روش ارزیابی زیست‌محیطی متناسب با عربستان سعودی فراهم می‌کند. Ramli و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهش خود مطالعه‌ای

#### ۴. مدارس پایدار (مدارس سبز)

بنا به تعریف انجمن ساختمان سبز آمریکا<sup>۸</sup> (USGBC)، مدرسه سبز یا پایدار مدرسه‌ای است که با ایجاد محیط‌زیست سالم سبب یادگیری بهتر فراگیران شود، در حالی که در مصرف منابع و سرمایه صرفه‌جویی و آن‌ها را ذخیره کند» (Earthman, 2009). گری بیلی، تأکید می‌کند که مدارس پایدار یا سبز می‌توانند محیط‌های یادگیری بهتری ایجاد کنند. مدرسه پایدار، نه تنها مفهوم پایداری را در بر می‌گیرد، بلکه به خودی خود، ابزاری آموزشی برای پایداری است (Ramli et al., 2012). منشور مدارس جامع محیط‌زیستی خوانده و این‌گونه تعریف کرده است: مدارس سبزی که با رویکرد تسهیل‌گری بر حمایت از سلامت جسمی، روانی و شادابی دانش‌آموزان تأکید داشته، از این‌رو شرایط کمی و کیفی ساختمان مدارس (به‌ویژه مقاوم‌سازی، معماری و طراحی فضای سبز آن) و اعمال شیوه‌های مختلف در بهبود شرایط صوتی به‌ویژه حذف آلودگی‌های صوتی محیط داخلی و اطراف آن، نور (استفاده از نور طبیعی یا با استفاده از ذخیره‌کننده انرژی خورشیدی)، دما (با عایق‌کاری مناسب و استفاده از مصالح عایق طبیعی در بناها) کیفیت هوا، فضای سبز، کیفیت مواد غذایی و غیره در این راستا بهبود می‌یابند. در مدارس جامع محیط‌زیستی (جم) با رعایت استانداردهای ساخت، استفاده از انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر، مصرف بهینه مواد و انجام بازیافت و بهره‌گیری از فناوری‌های کارآمد، مواد و انرژی با بهره‌وری بیشتری مصرف شده و در نتیجه علاوه بر کاهش پیامدهای محیط‌زیستی، هزینه‌های جاری مدرسه نیز کاهش می‌یابد (سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۳۹۴).

مطالعات انجام شده روی مدارس سبز حاکی از آن است که طراحی مدارس سبز روشی فوق‌العاده کم هزینه برای بهبود یادگیری دانش‌آموزان بوده و باعث کاهش هزینه‌های بهداشتی، عملیاتی و در نهایت افزایش کیفیت رقابتی شدن دانش‌آموزان است (Kats, 2006). Gordon (۲۰۱۰) تأکید می‌کند که مدارس سبز دانش‌آموزان را قادر

مقایسه‌ای درباره دستورالعمل‌های ایجاد مدارس سبز در دنیا انجام دادند. جمع‌آوری اطلاعات از کشورهای مختلفی انجام شد و با توجه به کاربردهای اجزای آن، برای اجرای مدارس سبز مالزی بررسی شد. آن‌ها نتیجه گرفتند که باید اطلاعات و دستورالعمل‌ها را مطابق با فرهنگ و شرایط فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی خود اصلاح کنند و در پایان شش معیار کیفیت هوای داخلی، روشنایی روز، مناسب بودن دما، آلودگی صوتی، کارایی انرژی، ایمنی و بهداشت را، معیارهای اصلی ایجاد مدارس سبز در مالزی انتخاب کردند. می‌بودی (۱۳۹۶) در رساله خود با عنوان «ارائه الگوی ارزیابی مدارس سبز ایران با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی» به بررسی الگوهای ارزیابی مدارس سبز در ایران و جهان پرداخته و بر اساس این مطالعات، ۴ معیار اصلی، آموزش، مدیریت، انرژی و معماری و نیز ۱۳ زیر معیار برای ارزیابی مدارس سبز در ایران ارائه کرده است. شایان ذکر است که بیشتر توجه محقق در این پژوهش بر جنبه‌های آموزشی و مدیریتی متمرکز است. روانشادنی (۱۳۹۵) در کتابی با عنوان «راهنمای سیستم‌های رتبه‌بندی ساختمان‌های سبز»، به مرور کلی سیستم‌های سنجش رایج می‌پردازد و سپس ویژگی‌های کلیدی مانند: هزینه، کاربرد آسان و کارایی ساختمان مقایسه می‌کند. همچنین درباره ساختمان‌های مسکونی تک و چند خانوار و نیز ساختمان‌های غیرمسکونی مطالبی را ارائه می‌کند و در نهایت برای هر سیستم سنجش، تعدادی مطالعه موردی که نشان‌دهنده انواع پروژه، ابعاد، سطوح گواهی‌نامه و منطقه پروژه هستند معرفی می‌کند. پور آتشی و همکاران (۱۳۹۱) در کتاب خود با عنوان «مدرسه سبز: مبانی و دستورالعمل‌های اجرایی»، با معرفی مدرسه سبز و تشریح اقدامات لازم برای اجرایی کردن آن در مدارس، سعی در ارتقاء فرهنگ آموزش و مهارت‌های زیست‌محیطی دانش‌آموزان به‌عنوان یکی از اقشار فعال در حل مسائل مدیریت شهری در مدارس را دارد.

را شامل: خودانگیزگی، افزایش سواد محیط‌زیستی و تغییرات رفتاری مشارکت محور دانش‌آموزان، ارتقاء سلامت و بهداشت جسمانی و روانی دانش‌آموزان، مشارکت در بهره‌وری انرژی، مشارکت در توسعه پایدار مالی و ترویج حفاظت محیط‌زیست بیان کرده است (سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۳۹۴: ۱۸ و ۱۹).

بر اساس مطالب بیان شده به ترتیب چهار دسته از ارزش‌ها و کارایی مدارس سبز در شکل ۲ آمده است.

### ۵. سیستم‌های رتبه‌بندی برای ارزیابی عملکرد محیطی ساختمان‌های آموزشی

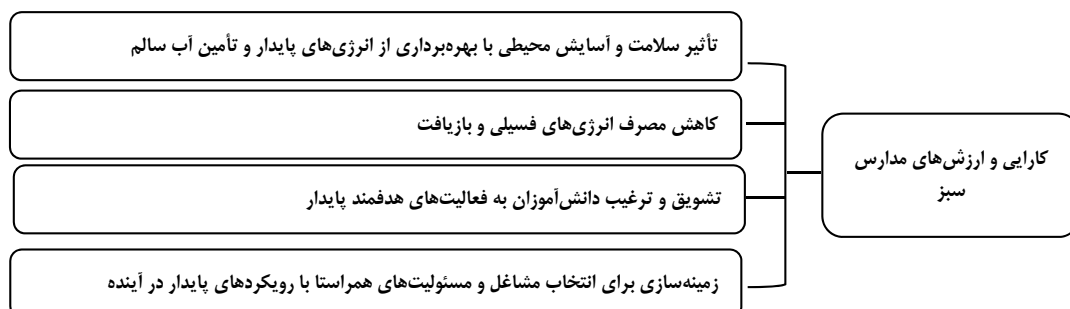
طی ۲۰ سال گذشته تحولات چشمگیری در بررسی تأثیرات ساختمان‌ها بر محیط‌زیست صورت گرفته است و سازمان‌های مختلفی در این خصوص فعالیت داشته‌اند. توجه مشترک این سازمان‌ها، به سمت ایجاد روشی عینی و جامع به منظور ارزیابی طیف گسترده‌ای از آثار زیست‌محیطی ناشی از یک ساختمان یا حتی یک گروه از ساختمان بوده است.

خواهند ساخت تا در محیط‌های داخلی سالم‌تر تحصیل کرده و به حفظ آب و انرژی کمک کنند. همچنین اشاره می‌کند که مدارس سبز در هزینه‌های عملیاتی نیز صرفه‌جویی می‌کنند. ذخیره پول در عملیات تعمیر و نگهداری ساختمان مدرسه سبز برای جامعه مدرسه سودمند است زیرا که بودجه عملیاتی بیشتری برای معلمان، تجهیزات و فعالیت‌های دیگر آزاد می‌کند. Turner (۲۰۰۵) نیز بیان می‌کند که مزایای طراحی مدرسه سبز را می‌توان در سه بخش تقسیم کرد: مزایای مالی، مزایای محیطی و دانش‌آموزان، معلم و مزایای اجتماعی (Ramlı et al., 2012). همان‌طور که اشاره شد ارزش این ساختمان‌ها فقط بر منطبق بودن بر اصول زیست‌محیطی و مصرف کمتر انرژی نیست، بلکه اهمیت آن در تأثیری است که ویژگی‌های ساختمان بر روحیه دانش‌آموزان دارد (پورآتشی و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۰). انجمن ساختمان سبز آمریکا (USGBC, 2009) ویژگی‌های مدارس سبز را مطابق با شکل ۱ بیان کرده است.

منشور جامع مدارس محیط‌زیستی، مزایای این مدارس



شکل ۱. ویژگی‌های مدارس سبز (منبع: نگارندگان با اقتباس از USGBC, 2009)



شکل ۲. کارایی و ارزش‌های مدارس سبز (منبع: نگارندگان)

زیست‌محیطی در ساختمان‌های جدید و موجود مناسب است و به غیر از SBTool که تعمیر مجدد ساختمان‌ها را پوشش می‌دهد؛ BREEAM، CASBEE، DGNB و HQE<sup>TM</sup> برای ارزیابی تمام انواع ساختمان‌ها استفاده می‌شوند، در حالی که LEED ساختمان‌های صنعتی را پوشش نمی‌دهد و SBTool بیشترین محدودیت را دارد زیرا پروژه‌های برنامه‌ریزی شهری و انواع ساختمان‌های غیرمسکونی، دفتر، ساختمان تجاری و آموزشی را پوشش نمی‌دهد (Bernard et al., 2017).

Zhao و همکارانش (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای که روی بررسی مهمترین سیستم‌های ارزیابی پایداری در ساختمان‌های آموزشی انجام دادند، شش سیستم ارزیابی معرفی کردند که فضاهای آموزشی را پوشش می‌دهند، این شش سیستم عبارت‌اند از؛ LEED ایالات متحده، BREEAM انگلستان، Green Star استرالیا، DGNB آلمان، CASBEE ژاپن و CSUS/GBC<sup>۱۱</sup> چین.

با مقایسه سیستم‌های رتبه‌بندی برتر جهان و سیستم‌هایی که روی فضاهای آموزشی کار کرده‌اند، می‌توان چهار سیستم معتبر را معرفی کرد که به منظور ارزیابی محیطی فضاهای آموزشی استناد می‌شوند.

#### ۵.۱. رهبری در طراحی انرژی و محیط‌زیست

##### (Leadership in Energy and Environmental Design)

LEED نام اختصاری گواهی‌نامه مدیریت انرژی و طراحی محیطی مصوب کشور آمریکا و یکی از مهم‌ترین آیین‌نامه‌های استاندارد مرجع برای رده‌بندی ساختمان‌ها بر اساس معیارهای ایجاد ساختمان سبز است. این آیین‌نامه از برنامه‌های شناخته شده بین‌المللی در زمینه ساختمان‌سازی با محوریت معماری سبز است که چرخه کاملی از ایجاد تا بازیابی ساختمان را در بر می‌گیرد. ابزار امتیازدهی مجموعه‌ای از چک‌لیست‌های مرتبط است. هر چک‌لیست شامل مجموعه‌ای از سنجش‌های اساسی ارزیابی و دارای چیدمان امتیازی متفاوت بر اساس نوع کاربری است که هر یک از آنها نشان‌دهنده یکی از موارد مؤثر بر حفاظت و بازیابی محیطی در جریان ساخت و بهره‌برداری از یک ساختمان است. امتیازدهی در LEED شامل ۵ فصل اصلی

هدف از این طرح‌ها اندازه‌گیری پایداری محیطی یک محیط ساخته شده در روشی سازگار و قابل مقایسه با استانداردها، دستورالعمل‌ها، عوامل یا معیارهای از پیش تعیین شده است (Poveda & Lipsett, 2011). Bernardi و همکارانش (۲۰۱۷) مطالعه گسترده‌ای بر سیستم‌های ارزیابی جهان انجام دادند. در این مطالعه بیش از ۷۰ سیستم ارزیابی ساختمان پایدار معرفی شده است. این سیستم‌ها در ۶ منطقه: آفریقا، آسیا، اروپا، آمریکای شمالی و جنوبی، اقیانوسیه و براساس کشور، مالک، سال و روش ارزیابی دسته‌بندی شده‌اند (Bernard et al., 2017). برخی از مهمترین این سیستم‌ها عبارت‌اند از: Green Star SA (۲۰۰۸)، DGNB<sup>۹</sup> (۲۰۰۹)، CASBEE<sup>۴</sup> (۲۰۰۴)، LEED (۲۰۰۹)، BREEAM (۱۹۹۰)، Green Star (۲۰۰۳) و HQE<sup>TM</sup> Method' (۱۹۹۷) (Bernard et al., 2017).

این پژوهش از بین سیستم‌های معرفی شده، بر اساس چهار معیار (تمرکز منحصر به فرد روی ساختمان، تعداد دفعات ارجاع شده (رفرنس داده شده) به آن‌ها در پایگاه داده Scopus Elsevier، به‌کارگیری در طراحی و ساخت بیش از ۵۰۰ پروژه معتبر و توسعه یکپارچه مناطق (در برنامه حداقل ۵ ساله))، ۶ سیستم زیر را سیستم‌های برتر جهان انتخاب کرده‌اند:

۱. LEED : رهبری در طراحی انرژی و محیط‌زیست، ایالات متحده (۱۹۹۸)؛
۲. BREEAM: روش و استاندارد ارزیابی کیفیت ساختمان، انگلستان (۱۹۹۰)؛
۳. CASBEE: سیستم ارزیابی جامع برای کارایی محیط‌زیست، ژاپن (۲۰۰۴)؛
۴. SBTool بین‌المللی (۲۰۰۲) ؛
۵. HQE<sup>TM</sup> : کیفیت بالای محیط‌زیست، فرانسه (۱۹۹۷)؛
۶. DGNB : انجمن سازه‌های پایدار آلمان، آلمان (۲۰۰۸) (Bernard et al., 2017).

مطالعات انجام شده روی شش سیستم مذکور حاکی از آن است که:

تمام سیستم‌های ارزیابی برای ارزیابی تأثیرات

تأثيرگذاري بر ساختمان از امتياز ويژه برخوردار هستند. دو فصل تشويقي با عناوين ابتكار در طراحي و اولويت منطقه‌اي تعريف شده‌اند. نتايج امتيازدهي اين سيستم با ارائه گواهينامه دريكي از سطح‌هاي زير است:

( مؤلفه اصلي) و ۲ فصل تشويقي است که هر فصل به دو دسته اعتبار ( شاخص) تقسيم مي‌شود، دسته اول پيش‌نيازهاي اجباري است که به آنها امتيازي تعلق نمي‌گيرد و ليکن رعايت آنها الزامي است و دسته دوم، اعتباراتي است که داراي امتياز بوده و هر يك بسته به ميزان

جدول ۱. امتيازات سيستم ارزيايي LEED

گواهينامه LEED (صرفاً اعطاي گواهينامه)	گواهينامه نقره‌اي يا SILVER	گواهينامه طلايي يا GOLD	گواهينامه پلاتين يا PLATINUM
۴۰-۴۹ امتياز	۵۰-۵۹ امتياز	۶۰-۷۹ امتياز	بيش از ۸۰ امتياز

(منبع نگارندگان با اقتباس از LEED 2009 for Schools New Construction and Major Renovations Rating System)

جدول ۱. پيش‌نيازها و اعتبارات سيستم‌هاي ارزيايي LEED (منبع نگارندگان با اقتباس از LEED 2009 for Schools New Construction and Major Renovations Rating System)

Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)		
بازدهي آب	انرژي و اتمسفر	کيفيت محيط داخلي
<ul style="list-style-type: none"> <li>• بهينه کردن مصرف آب براي محوطه‌کاري و آبياري</li> <li>• بازيافت آب</li> <li>• کاهش مصرف آب *</li> <li>• استفاده از تجهيزات با مصرف کمتر آب</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• راه‌اندازي سيستم‌هاي پيشرفته انرژي در ساختمان *</li> <li>• بهبود کارايي انرژي</li> <li>• اجرائي کامل امور پذيرش</li> <li>• مديريت مبردها *</li> <li>• عملکرد بهينه مصرف انرژي</li> <li>• استفاده از انرژي‌هاي تجديديپذير محيط</li> <li>• اندازه‌گيري و تأييد</li> <li>• انرژي سبز</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• کنترل دود سيگار در محيط *</li> <li>• حداقل عملکرد صوتي مورد نياز *</li> <li>• پايش جابجايي هواي خارج</li> <li>• افزايش کارايي آکوستيکي</li> <li>• بهبود تهويه هوا</li> <li>• جلوگيري از رشد قارچ انگلي</li> <li>• مديريت کيفيت هواي داخل ساختمان - در حين ساخت</li> <li>• مديريت کيفيت هواي داخل ساختمان - قبل از ورود ساکنان</li> <li>• استفاده از موادي با انتشار کم آلاینده - چسپ‌ها و درزگيرها</li> <li>• استفاده از موادي با انتشار کم آلاینده - پوشش‌ها و رنگ‌ها</li> <li>• استفاده از موادي با انتشار کم آلاینده - سيستم‌هاي کف‌سازي</li> <li>• استفاده از موادي با انتشار کم آلاینده - توليدات ترکيبي اليف گياهي و چوب</li> <li>• کنترل منابع آلوده‌کننده و مواد شيميايي داخلي</li> <li>• کنترل پذيري سيستم‌ها - نورپردازي</li> <li>• کنترل پذيري سيستم‌ها - آسايش حرارتي</li> <li>• آسايش حرارتي - طراحي و تطبيق چشم‌انداز</li> <li>• نور روزانه</li> </ul>
مواد و مصالح	پايداري سايت	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• جمع‌اوري و انبار کردن مواد قابل بازيافت *</li> <li>• استفاده مجدد از ساختمان با نگهداري عناصر غير سازه‌اي داخل ساختمان</li> <li>• استفاده مجدد از ساختمان با نگهداري عناصر سازه‌اي ساختمان</li> <li>• مديريت پسماند حاصل از ساخت‌وساز</li> <li>• افزايش نرخ استفاده از مواد قابل بازيافت</li> <li>• استفاده مجدد از مصالح</li> <li>• استفاده از مصالح و محصولات محلي و بوم‌آورد</li> <li>• استفاده از مواد و مصالح با سرعت تجديد بالا</li> <li>• چوب تأييدشده</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• جلوگيري از آلودگي در حين ساخت *</li> <li>• ارزيايي محيطي سايت *</li> <li>• انتخاب زمين</li> <li>• تراکم ساختمان‌ها و همجواري در محوطه و چگونگي ارتباط آنها</li> <li>• احياي زمين‌هاي آسيب ديده</li> <li>• گزينه‌هاي حمل و نقل (دسترسي به شبکه حمل و نقل عمومي - محل پارک دوچرخه - استفاده از وسايل نقليه با انتشار آلاینده کمتر - ظرفيت پارکينگ)</li> <li>• توسعه سايت - حداکثر فضاي سبز</li> <li>• طراحي آبراه‌ها</li> <li>• کاهش آثار جزاير حرارتي (با سقف - بدون سقف)</li> <li>• کاهش آلودگي نوري</li> <li>• طراحي سايت جامع</li> <li>• استفاده مشترک از امکانات</li> </ul>	

\* در سيستم ارزيايي LEED اولويت منطقه‌اي و نوآوري در طراحي (نوآوري در طراحي، طراحي همگام با LEED و مدرسه به مثابه ابزار آموزشي) اعتبارات تشويقي منظور شده است.

\* موارد مشخص شده با \* در جدول، پيش‌نيازهاي اجباري در سيستم ارزيايي LEED هستند.

\* اعتبار حمل و نقل شامل: دسترسی به حمل و نقل عمومي، انبارهاي نگهداري و تعويض دوچرخه، وسايل نقليه‌اي که انتشار آلاینده‌ها را کاهش و مصرف سوخت را بهينه مي‌کنند و ظرفيت پارکينگ مي‌شود.

\* اعتبار توسعه سايت شامل: نگهداري و محافظت از سکونتگاه‌ها و حداکثر فضاي آزاد مي‌گردد.



سیستم شامل نه فصل اصلی (مؤلفه) و یک فصل تشویقی است. که هر فصل به تعدادی اعتبار الزامی و تعدادی اعتبار غیر الزامی تقسیم می‌شود. در صورت وجود شرایط مشخص شده هر اعتبار در ساختمان موردنظر، امتیاز آن اعتبار در روند امتیازدهی درج می‌شود و در ارزیابی نهایی ساختمان، جمع امتیازات کل سطح گواهینامه را به صورت زیر مشخص می‌کند. نتایج امتیازدهی این سیستم با ارائه گواهینامه‌ای از درستی از سطح‌های زیر است:

## ۵.۲. BREEAM) روش و اسـتا ندارد ارز یابی

### محیط زیست ساختمان

### Building Research Establishment (Environment Assessment Method)

BREEAM روش ارزیابی پژوهش زیست محیطی ساختمان است که مؤسسه تحقیقات ساختمان (BRE) انگلستان برای سنجش و رتبه‌بندی عملکرد زیست محیطی و میزان انطباق ساختمان‌های غیرمسکونی با ضوابط توسعه پایدار در حوزه‌های زیر تدوین کرده است (چینگ، ۲۰۱۴). این

جدول ۲. امتیازات سیستم ارزیابی BREEAM

بسیار عالی OUTSTANDING یا	عالی یا EXELENT	بسیار خوب یا VERY GOOD	خوب یا GOOD	تأیید شده یا PASS
بیش از ۸۵ درصد امتیاز	۷۱ درصد-۸۵ درصد امتیاز	۵۶ درصد-۷۰ درصد امتیاز	۴۶ درصد- ۵۵ درصد امتیاز	۳۰ درصد-۴۵ درصد امتیاز

(منبع نگارندگان با اقتباس از [https://tools.breeam.com/filelibrary/Technical%20Manuals/SD5051\\_4\\_1\\_BREEAM\\_Education\\_2008.pdf](https://tools.breeam.com/filelibrary/Technical%20Manuals/SD5051_4_1_BREEAM_Education_2008.pdf))

جدول ۳. اعتبارات سیستم ارزیابی BREEAM

Building Research Establishment Environment Assessment Method (BREEAM)		
انرژی	بهداشت و سلامت (محیط داخلی)	مدیریت
<ul style="list-style-type: none"> <li>کاهش انتشار CO2 *</li> <li>پایش مصرف انرژی *</li> <li>پایش مصرف انرژی در دوره ساخت</li> <li>استفاده از انرژی کارآمد در روشنایی خارجی</li> <li>به‌کارگیری فناوری کم کربن یا صفر *</li> <li>بهبود عملکرد یکپارچه ساختمان و اجتناب از نفوذ هوا</li> <li>نصب سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی</li> <li>صرفه‌جویی در انرژی با استفاده از سیستم‌های بالابر کم‌مصرف</li> <li>عملکرد بهینه خنک‌کننده‌ها</li> <li>به‌کارگیری کمپرسورهای کم‌مصرف انرژی</li> <li>کاهش مصرف انرژی برای تهویه استخر و جلوگیری از اتلاف حرارت</li> <li>کنترل روشنایی با برچسب انرژی</li> <li>به حداقل رساندن انتشار CO2 در فضاهای آزمایشگاهی</li> <li>راه حل‌های فناوری انرژی کارآمد</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>دستیابی کافی به نور روز</li> <li>ایجاد چشم‌انداز</li> <li>کنترل تابش خیره‌کننده</li> <li>کاهش خطر روشنایی با فرکانس بالا *</li> <li>بهبود عملکرد سطوح روشنایی داخلی و خارجی</li> <li>کنترل و نظارت بر کاربری‌ها و مناطق نورانی</li> <li>تهویه طبیعی بالقوه</li> <li>کیفیت هوای داخل سالن</li> <li>استفاده از تجهیزات با انتشار کم ترکیبات آلی فرار</li> <li>آسایش حرارتی</li> <li>زون‌بندی حرارتی</li> <li>کاهش آلودگی میکروبی *</li> <li>عملکرد آکوستیک</li> <li>ارائه تجهیزات مناسب و در دسترس آب آشامیدنی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>راه‌اندازی *</li> <li>ملاحظات ساخت و ساز *</li> <li>آثار مکانی سایت</li> <li>راهنمای کاربران ساختمان *</li> <li>بررسی سایت</li> <li>مشاوره</li> <li>امکانات مشترک</li> <li>امنیت</li> <li>انتشار اطلاعات ساختمان *</li> <li>توسعه به‌عنوان یک منبع یادگیری</li> <li>سهولت تعمیر و نگهداری</li> <li>هزینه چرخه زندگی</li> </ul>

ادامه جدول ۴. اعتبارات سیستم ارزیابی BREEAM

آب	زباله (ضایعات)	مصالح
<ul style="list-style-type: none"> <li>• مصرف آب *</li> <li>• کنترل آب *</li> <li>• تشخیص نشت *</li> <li>• شیر قطع کننده منابع تأمین بهداشتی</li> <li>• بازیافت آب</li> <li>• بهینه کردن سیستم‌های آبیاری</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• مدیریت ضایعات ساخت و ساز سایت</li> <li>• استفاده از توده‌های بازیافت شده</li> <li>• ذخیره‌سازی پساب قابل بازیافت</li> <li>• فشرده‌سازی</li> <li>• کمپوست</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• استفاده از مصالح</li> <li>• (عناصر اصلی ساختمان) با آثار زیست‌محیطی کم</li> <li>• استفاده از مواد با آثار زیست‌محیطی کم جهت محوطه‌سازی و حفاظت مرزی</li> <li>• استفاده مجدد از نما</li> <li>• استفاده مجدد از سازه</li> <li>• تأمین منابع معتبر</li> <li>• به کارگیری عایق حرارتی با آثار زیست‌محیطی کم</li> <li>• طراحی مقاوم</li> </ul>
آلودگی	استفاده از زمین و محیط زیست	حمل و نقل
<ul style="list-style-type: none"> <li>• خنک کننده GWP - خدمات ساختمانی</li> <li>• جلوگیری از نشت خنک‌کننده‌ها</li> <li>• خنک کننده GWP - ذخیره‌سازی سرما</li> <li>• انتشار NOx از منبع گرما</li> <li>• خطر سیل</li> <li>• به حداقل رساندن آلودگی آب آشامیدنی</li> <li>• کاهش آلودگی نور شبانه</li> <li>• تضعیف سر و صدا</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• استفاده مجدد از زمین</li> <li>• استفاده از زمین‌های آلوده</li> <li>• حفاظت از ارزش زیست‌محیطی سایت</li> <li>• کاهش آثار زیست‌محیطی در هنگام آماده‌سازی سایت و ساخت و ساز *</li> <li>• به حداقل رساندن تأثیر توسعه ساختمان در محیط زیست سایت موجود</li> <li>• جلوگیری از آسیب طولانی مدت بر تنوع زیستی</li> <li>• مشورت با دانشجویان و کارکنان</li> <li>• مشارکت با گروه‌های محلی در زمینه حیات وحش</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ارائه حمل و نقل عمومی</li> <li>• نزدیکی به امکانات</li> <li>• امکانات دوچرخه‌سواری</li> <li>• ایمنی عابر پیاده و دوچرخه‌سوار</li> <li>• طراحی حرکت</li> <li>• حداکثر ظرفیت پارکینگ خودرو</li> <li>• ارائه مکان‌های اطلاع‌رسانی حرکت</li> <li>• به حداقل رساندن اختلال ناشی از وسایل نقلیه</li> </ul>

(منبع نگارندگان با اقتباس از : [https://tools.breeam.com/filelibrary/Technical%20Manuals/SD5051\\_4\\_1\\_BREEAM\\_Education\\_2008.pdf](https://tools.breeam.com/filelibrary/Technical%20Manuals/SD5051_4_1_BREEAM_Education_2008.pdf))

\* در این سیستم، نوآوری (سطح عملکرد نمونه، استفاده از BREEAM به عنوان متخصص و فناوری‌های جدید و فرایندهای ساخت) به عنوان اعتبار تشویقی در نظر گرفته شده است.

\* اعتباراتی که با \* مشخص شده‌اند، اعتبارات الزامی در سیستم مذکور هستند.

مفاهیم هوشمندسازی. اگر این شرایط برآورده باشد، گواهی قابل دستیابی است. دریافت گواهینامه در این سیستم به این صورت است که پس از ثبت نام ساختمان در DGNB نوبت به تعریف هدف برای عملکرد ساختمان با توجه به دریافت گواهی طلا، نقره و برنز، می‌رسد، سپس پیش‌صدور گواهینامه به عنوان ابزار بازاریابی، ارزیابی در مرحله برنامه‌ریزی و ساخت و ساز با توجه به مقررات

### ۵.۳. (DGNB) انجمن سازه‌های پایدار آلمان (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V.)

هسته این سیستم بر اساس استانداردهای اروپا است. این سیستم برای ساختمان‌هایی قابل دستیابی است که دارای شرایط زیر باشند: طراحی الگوریتمیک، هدف تعریف شده در مراحل اولیه طراحی، دارای فناوری‌های پیشرفته، شامل

کسب شده آن‌ها ارائه می‌شود (https://www.dgnb-system.de/en).

DGNB، بررسی اسناد و مدارک ساخت و ساز برنامه‌ریزی توسط DGNB (ارزیابی انطباق) و در نهایت دریافت گواهی DGNB برای ساختمان بسته به سطح امتیازات

جدول ۵. امتیازات سیستم ارزیابی DGNB (منبع نگارندگان با اقتباس از Hamedani & Huber, 2012)

گواهینامه طلا یا GOLD	گواهینامه نقره یا SILVER	گواهینامه برنز یا BRONZE
بیش از ۸۰ امتیاز	۶۵-۷۹ امتیاز	۵۰-۶۴ امتیاز

جدول ۶. اعتبارات سیستم ارزیابی DGNB (منبع نگارندگان با اقتباس از Hamedani & Huber, 2012)

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V. (DGNB)		
کیفیت فرایند	کیفیت اقتصادی	کیفیت فرهنگی و اجتماعی
<ul style="list-style-type: none"> <li>تعریف پروژه جامع</li> <li>برنامه‌ریزی شهری و روش طراحی</li> <li>محل ساخت و ساز/ فرایند ساخت و ساز</li> <li>جنبه پایداری در فاز مناقصه</li> <li>اسناد و مدارک برای مدیریت پایدار</li> <li>تضمین کیفیت ساخت و ساز</li> <li>ارتباطات کاربر</li> <li>راه‌اندازی سیستماتیک</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>هزینه‌های چرخه عمر/ تأثیرات مالی</li> <li>در شهرداری</li> <li>سازگاری و انعطاف‌پذیری</li> <li>استفاده بهینه از فضا</li> <li>پایداری تجاری</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>آسایش حرارتی</li> <li>کیفیت هوای داخل ساختمان</li> <li>آسایش صوتی</li> <li>آسایش بصری</li> <li>تأثیر کاربر در عملیات ساختمانی</li> <li>کیفیت فضای داخل و خارج</li> <li>ایمنی و امنیت</li> <li>طراحی برای همه</li> </ul>
کیفیت محیط‌زیست	کیفیت سایت	کیفیت فنی
<ul style="list-style-type: none"> <li>تحلیل چرخه عمر ساختمان</li> <li>آثار زیست‌محیطی محلی</li> <li>تولید مواد سازگار با محیط‌زیست</li> <li>تقاضای آب آشامیدنی و حجم فاضلاب</li> <li>کاربر محلی</li> <li>تنوع زیستی در سایت</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>محیط بومی</li> <li>نفوذ در منطقه</li> <li>دسترسی به حمل و نقل</li> <li>دسترسی به امکانات رفاهی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>عایق صدا</li> <li>کیفیت پوشش ساختمان</li> <li>استفاده از فناوری یکپارچه‌سازی ساختمان</li> <li>سهولت تمیز کردن اجزای ساختمان</li> <li>سهولت بازیابی و بازیافت</li> <li>کنترل ایمن‌سازی</li> <li>زیرساخت پویا</li> </ul>

\*کیفیت سایت جداگانه محاسبه شده است و در جمع کل منظور نمی‌شود.

از چرخه عمر ساختمان اعم از مراحل قبل از طراحی، ساخت و ساز، ساختمان موجود و نوسازی شده، است (Nguyen & Altan, 2011). سیستم CASBEE با تکیه بر مفهوم کارایی زیست‌محیطی ساختمان (BEE)، اعتبارهایی را برای ارزیابی ساختمان‌ها معرفی می‌کند که در نهایت سطوح پایداری ساختمان‌ها بر اساس مقدار نهایی کمیت BEE مشخص می‌شود.

#### ۵.۴. CASBEE) سیستم ارزیابی جامع برای کارایی محیط‌زیست

#### Comprehensive Assessment System for (Building Environmental Efficiency)

این سیستم در سال ۲۰۰۱ در ژاپن توسط کمیته‌های دانشگاهی، صنعتی و بخش‌های دولتی تنظیم و توسعه یافته است. CASBEE شامل چهار نسخه متناظر با مراحل متوالی

مرحله از جمع زدن امتیازات، ضریب مشخصی در آن‌ها ضرب می‌شود و پس از اعمال ضرایب پی‌درپی بر امتیازها، مقدار نهایی BEE به دست می‌آید. نتایج امتیازدهی این سیستم با ارائه گواهینامه در یکی از سطوح زیر است:

BEE = کیفیت زیست‌محیطی ساختمان/ تأثیرات زیست‌محیطی ساختمان  
در سیستم CASBEE نمی‌توان به‌وضوح به هر اعتباری امتیاز مشخصی از امتیاز نهایی را داد؛ چراکه نخست به هر اعتبار، امتیازی از ۱ تا ۵ اختصاص داده می‌شود و در هر

جدول ۷. امتیازات سیستم ارزیابی CASBEE (منبع نگارندگان با اقتباس از رئیسی و نیکروان، ۱۳۹۵)

EXELENT یا عالی	A: خیلی خوب یا	B+: خوب یا	B-: نسبتاً ضعیف یا	C: ضعیف
S: عالی یا EXELENT	VERY GOOD	GOOD	FAIRLY POOR	POOR
$BEE \geq 3$	$1.5 < BEE < 3$	$1 < BEE < 1.5$	$0.5 < BEE < 1$	$BEE \leq 0.5$

جدول ۸. اعتبارات سیستم ارزیابی CASBEE (منبع نگارندگان با اقتباس از Al-Masalmeh, 2018)

Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE)

منابع و مصالح	کیفیت خدمات	انرژی
<ul style="list-style-type: none"> <li>حفاظت از آب</li> <li>مواد قابل بازیافت</li> <li>اتوماسیون پایدار برداشت</li> <li>مواد با خطرات بهداشتی پایین</li> <li>استفاده مجدد و بازیافت</li> <li>اجتناب از CFCها و هالون‌ها</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>قابلیت خدمات</li> <li>دوام و قابلیت اطمینان</li> <li>انعطاف‌پذیری و سازگاری</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>کنترل بار حرارتی در سطح بیرونی ساختمان</li> <li>استفاده از انرژی‌های طبیعی</li> <li>بازده سیستم خدمات ساختمان</li> <li>عملکرد با کیفیت</li> </ul>
محیط زیست خارج از سایت	سایت	کیفیت محیط داخلی
<ul style="list-style-type: none"> <li>آلودگی هوا</li> <li>سر و صدا و ارتعاش</li> <li>بو</li> <li>انسداد نور خورشید</li> <li>آلودگی نور</li> <li>تأثیر جزیره حرارتی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>حفظ و ایجاد توپوگرافی طبیعی زمین</li> <li>منظر و چشم‌انداز</li> <li>ویژگی‌های محلی و امکانات فضای باز</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>سرو صدا</li> <li>آسایش حرارتی</li> <li>روشنایی و نور</li> <li>کیفیت هوا</li> </ul>

ارزیابی در این تحقیق، شناخت مؤلفه‌ها و شاخص‌های تأثیرگذار بر پایداری فضاهای آموزشی است که از اولویت (اهمیت) بیشتری برخوردار هستند، نخست سیستم‌های مذکور را با یکدیگر مقایسه کرده و از بین آن‌ها سیستم‌هایی که میزان همگرایی بیشتری با یکدیگر دارند انتخاب کرده‌ایم. این مقایسه بر اساس چهار پارامتر انجام شده است، که عبارت‌اند از: نحوه تأثیر و روند ارزیابی هر سیستم، امتیازدهی اعتبارها، حداقل امتیاز به دست آمده و دسته‌بندی معیارها.

۶. تحلیل معتبرترین سیستم‌های رتبه‌بندی ساختمان‌های آموزشی در جهان

مطالعات انجام شده و بررسی عملکرد مهم‌ترین و معتبرترین سیستم‌های ارزیابی ساختمان سبز در جهان و همچنین سیستم‌های ارزیابی فضاهای آموزشی سبز و مقایسه آن‌ها با یکدیگر منتهی به شناسایی و معرفی معتبرترین سیستم‌های ارزیابی فضاهای آموزشی سبز شد که عبارت‌اند از: LEED، BREEAM، CASBEE و DGNB. با توجه به اینکه هدف از مطالعه سیستم‌های

DGNB در این پژوهش مورد استناد قرار نخواهد گرفت و بر معیارهای مشابه ارزیابی شده در سیستم‌های LEED و BREEAM به عنوان سیستم‌های معتبر در ارزیابی فضاهای آموزشی تأکید خواهد شد.

سپس به منظور شناخت مؤلفه‌ها و شاخص‌های تأثیرگذار بر پایداری فضاهای آموزشی که از اولویت (اهمیت) بیشتری برخوردار هستند، مؤلفه‌های اصلی و شاخص‌های دو سیستم منتخب را طبق جداول زیر با یکدیگر مقایسه کرده‌ایم. این مقایسه بر اساس تعاریف و توضیحات مندرج در آخرین به‌روزرسانی دفترچه‌های مصوب هر یک از سیستم‌های مذکور صورت پذیرفته و با توجه به جزئیات مطرح شده در خصوص هر یک از شاخص‌ها در سیستم‌های ارزیابی و دامنه عملیاتی آن‌ها میزان همپوشانی شاخص‌ها تعیین شده است. بر این اساس مشخص می‌شود برخی از مؤلفه‌ها و شاخص‌ها مختص سیستم خاص بوده و مشترک نیستند و برخی به لحاظ عنوان متفاوت ولی در مفهوم و عملکرد یکسان هستند.

اگرچه غالباً استانداردهای ساختمان‌های سبز برای منطقه‌ای خاص تدوین شده‌اند و سازگار کردن ساختار هر استاندارد به منظور استفاده در دیگر کشورها باید از لحاظ نوع و اولویت‌های منطقه‌ای هر کشور یا هر منطقه جداگانه ارزیابی شود لیکن در بین مؤلفه‌ها و شاخص‌های تأثیرگذار، مواردی وجود دارند که تکرار آن‌ها در چندین سیستم ارزیابی نشان‌دهنده ضرورت و میزان اهمیت آن‌ها خواهد بود. از این‌رو در یک جمع‌بندی با مقایسه دو سیستم مذکور، مشخص شد که برخی مؤلفه‌ها به‌طور مشترک در هر دو سیستم ارزیابی می‌شوند و برخی مختص سیستم خاص همان کشور هستند. این موارد در جدول زیر نشان داده شده است:

جدول ۹. مقایسه مؤلفه‌های اصلی سیستم‌های ارزیابی LEED و BREEAM (منبع: نگارندگان)

موضوع	آب	انرژی	انتخاب آلودگی	مواد و مصالح	حمل و نقل	کیفیت محیط	سایت	مدیریت	زیاده (ضایعات)	اولویت‌های منقحه‌ای	نخاوری در طراحی
BREEAM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	*
LEED	*	*	-	*	-	*	*	-	-	*	*

نحوه تأثیر و روند ارزیابی هر سیستم: از بین چهار سیستم مذکور، به دلیل تفاوت در نحوه تأثیر و روند ارزیابی در سیستم CASBEE<sup>۲</sup> همان‌گونه که در بالا به آن اشاره شد، در این مطالعه به آن استناد نخواهد شد.

تفاوت در امتیازدهی اعتبارها: در سیستم DGNB، امتیاز تمام مؤلفه‌های اصلی (به جز کیفیت فرایند که ۱۰ درصد است) ۲۲/۵ در نظر گرفته شده، در حالی که در BREEAM، مؤلفه‌ها به دو دسته اعتبار الزامی و غیر الزامی (برای به دست آوردن امتیاز) تقسیم شده‌اند. در سیستم امتیازدهی LEED نیز مشابه BREEAM، امتیازدهی به دو دسته پیش‌نیاز الزامی و اعتبار (برای به دست آوردن امتیاز) تعریف شده با این تفاوت که در این سیستم برای پیش‌نیازهای الزامی وزن جداگانه‌ای در نظر گرفته نشده است و در واقع تعداد و وزن اعتبارهای موجود در هر گروه، امتیاز آن گروه را تعیین می‌کند.

حداقل امتیاز به دست آمده: این مسئله، پیش‌نیاز الزامی در LEED و اعتبار الزامی در BREEAM آمده است. به این معنی که برخی از اعتبارها اجباری هستند و به دست آوردن نمره حداقل در آن‌ها برای همه پروژه‌ها ضروری است. این اطمینان وجود برخی از عناصر اساسی در پروژه را تضمین می‌کند، این در حالی است که اعتبارهای اجباری در DGNB وجود ندارند.

نحوه دسته‌بندی مؤلفه‌ها: مؤلفه‌های ارزیابی شده در سیستم DGNB بیشتر بر پایداری اقتصادی و اجتماعی تأکید کرده در حالی که مؤلفه‌های مورد ارزیابی در LEED و BREEAM بسیار مشابه بوده و مباحث مربوط به بوم‌شناسی را نیز شامل می‌شوند.

از این‌رو بر اساس مقایسه‌های انجام شده و میزان تشابه دو سیستم ارزیابی LEED و BREEAM، سیستم ارزیابی

زباله (ضایعات) تحت عنوانین «ذخیره‌سازی پساب قابل بازیافت» و «فشرده‌سازی» آمده است.  
گزینه مشابه «بهینه کردن مصرف آب برای محوطه‌کاری و آبیاری» در مبحث آب سیستم ارزیابی LEED در سیستم ارزیابی BREEAM در مبحث زباله (ضایعات) تحت عنوان «کمپوست» آمده است.

بر اساس نتایج حاصل از جدول بالا، مؤلفه‌های مشترک در دو سیستم مورد مطالعه عبارت‌اند از: آب، انرژی، مواد و مصالح، کیفیت محیط داخلی، سایت و نوآوری در طراحی. در مرحله بعد به مقایسه شاخص‌های مربوط به هر دو سیستم پرداخته شده است.  
گزینه مشابه «بازیافت آب» در مبحث آب سیستم ارزیابی LEED در سیستم ارزیابی BREEAM در مبحث

جدول ۱۰. میزان همپوشانی شاخص‌های تعریف شده در سیستم‌های ارزیابی LEED و BREEAM (منبع: نگارندگان)

آب				
استفاده از تجهیزات با مصرف آب کمتر	کاهش مصرف آب	بازیافت آب *	بهینه کردن مصرف آب برای محوطه کاری و آبیاری	LEED / BREEAM
				کاهش مصرف آب
				نظارت بر میزان مصرف آب
				تشخیص نشت (کاهش نشت آب)
				استفاده از تجهیزات قطع کننده منابع تأمین آب بهداشتی
				بازیافت آب
				بهینه کردن سیستم‌های آبیاری

انرژی							
استفاده از انرژی سبز	اندازه‌گیری و تأیید	استفاده از انرژی تجدیدپذیر در محیط	عملکرد بهینه مصرف انرژی	مدیریت مبردها*	اجرای کامل امور پذیرش	بهبود کارایی انرژی	LEED / BREEAM
							کاهش انتشار CO2
							پایش مصرف انرژی
							پایش مصرف انرژی در دوره ساخت
							استفاده از انرژی کارآمد در روشنایی خارجی
							به‌کارگیری فناوری کم کربن یا صفر
							بهبود عملکرد یکپارچه ساختمان و اجتناب از نفوذ هوا



ارزیابی BREEAM در مبحث زیاله (ضایعات) تحت عنوان «توده‌های بازیافت شده» آمده است.

گزینه مشابه «افزایش نرخ استفاده از مواد قابل بازیافت» در مبحث مواد و مصالح سیستم ارزیابی LEED در سیستم

سایت و حمل و نقل														
										LEED	BREEAM			
انتخاب زمین	تراکم ساختمان‌ها و همجواری در محوطه و چگونگی ارتباط آن‌ها	اجرای زمین‌های آسیب دیده	مسترسی به شبکه حمل و نقل عمومی	محل پارک دوچرخه	استفاده از وسایل نقلیه با انتشار آلاینده‌های کمتر	ظرفیت پارکینگ	توسعه سایت - حفاظت و اجرای شرایط طبیعی	توسعه سایت - حداکثر فضای باز	طراحی آبراه‌ها*	کاهش آثار جزایر حرارتی - با سقف	کاهش آثار جزایر حرارتی - بدون سقف	کاهش آلودگی نوری*	طراحی سایت جامع	استفاده مشترک از امکانات
														استفاده مجدد از زمین
														استفاده از زمین‌های آلوده
														حفظ و ارتقاء ارزش زیست محیطی سایت
														کاهش آثار زیست محیطی در هنگام آماده‌سازی سایت و ساخت‌وساز
														به حداقل رساندن تأثیر توسعه ساختمان در محیط زیست سایت موجود.
														جلوگیری از آسیب طولانی مدت بر تنوع زیستی
														مشورت با دانشجویان و کارکنان
														مشارکت با گروه محلی در زمینه حیات وحش
														ارائه حمل و نقل عمومی
														نزدیکی به امکانات
														امکانات دوچرخه‌سواری
														ایمنی عابر پیاده و دوچرخه‌سوار
														طراحی حرکت
														حداکثر ظرفیت پارکینگ خودرو
														ارائه مکان‌های اطلاع‌رسانی حرکت
														به حداقل رساندن اختلال ناشی از وسایل نقلیه





جدول ۱۰. مؤلفه‌ها و شاخص‌های مؤثر بر پایداری محیطی فضاهای آموزشی ایران (منبع: نگارندگان)

انرژی	سایت	کیفیت محیط داخلی
<ul style="list-style-type: none"> <li>• استفاده از سیستم‌های تهویه با آلاینده‌گی کم</li> <li>• کنترل روشنایی با برچسب انرژی</li> <li>• انرژی سبز</li> <li>• پایش مصرف انرژی</li> <li>• بهبود کارایی انرژی</li> <li>• استراتژی کاهش CO2</li> <li>• مدیریت میردها</li> <li>• استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر محیط</li> <li>• بهبود عملکرد یکپارچه ساختمان و اجتناب از نفوذ هوا</li> <li>• صرفه‌جویی در مصرف انرژی با استفاده از سیستم‌های بالابر کم‌مصرف</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• انتخاب سایت</li> <li>• تراکم ساختمان‌ها و همجواری در محوطه و چگونگی ارتباط آن‌ها</li> <li>• احیای زمین‌های آلوده</li> <li>• کاهش آثار جزایر حرارتی</li> <li>• کاهش آلودگی نوری</li> <li>• حفاظت و احیای شرایط طبیعی</li> <li>• ایجاد حداکثر فضای باز</li> <li>• ارائه حمل‌ونقل عمومی</li> <li>• امکانات دوچرخه‌سواری</li> <li>• ظرفیت پارکینگ</li> <li>• طراحی آبراه‌ها</li> <li>• مدیریت زباله‌های ساختمانی</li> <li>• توده‌های بازیافت شده</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• کنترل‌پذیری نور</li> <li>• ایجاد چشم‌انداز</li> <li>• بهبود عملکرد سطوح روشنایی</li> <li>• دستیابی کافی به نور روز</li> <li>• تهویه طبیعی</li> <li>• عدم استفاده از ترکیبات آلی فرار</li> <li>• کاهش آلودگی میکروبیولوژیکی</li> <li>• کاهش آلودگی صوتی</li> <li>• کاهش آلودگی‌های نوری</li> <li>• بهبود عملکرد آکوستیکی</li> <li>• آسایش و کنترل رطوبت/حرارت/سرما</li> </ul>
	مواد و مصالح	آب
نوآوری در طراحی	<ul style="list-style-type: none"> <li>• استفاده از مصالح و محصولات محلی و بوم‌آورد</li> <li>• استفاده از مصالح تجدیدپذیر</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• کاهش مصرف آب</li> <li>• بهینه کردن مصرف آب برای محوطه کاری و آبیاری</li> <li>• بازیافت آب</li> <li>• استفاده از تجهیزات با مصرف کمتر آب</li> <li>• نظارت بر میزان مصرف آب</li> <li>• تشخیص نشت (کاهش نشت آب)</li> </ul>
اولویت‌های منطقه‌ای	<ul style="list-style-type: none"> <li>• استفاده مجدد از عناصر سازه‌ای ساختمان</li> <li>• استفاده مجدد از عناصر غیر سازه‌ای ساختمان</li> <li>• استفاده از مواد قابل بازیافت</li> <li>• طراحی مقاوم</li> </ul>	

## ۷. بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس مطالعات انجام شده در این پژوهش، پس از بررسی و مقایسه چهار سیستم ارزیابی پرکاربرد که مختص ساختمان‌های آموزشی طراحی شده‌اند، دو سیستم ارزیابی معتبر LEED و BREEAM به‌عنوان سیستم‌های منتخب در این پژوهش معرفی شدند. مقایسه بین دو سیستم مذکور به شناسایی میزان همگرایی و تمایز مؤلفه‌ها و شاخص‌های آن‌ها با یکدیگر انجامید و نتایج حاصل از این مقایسه منتج به بدست آمدن ۷ مؤلفه و ۴۶ شاخص شده است که با توجه به اهمیت آن‌ها (به دلیل تأکید در هر دو سیستم)، می‌توان از آن به‌عنوان مؤلفه‌ها و شاخص‌های مؤثر بر پایداری محیطی فضاهای آموزشی ایران استفاده کرد. همان‌گونه که قبلاً ذکر شد، برخی از مؤلفه‌ها و شاخص‌های مطرح شده تحت شرایط محلی و اقلیمی منطقه یا کشور موردنظر قرار دارند و می‌بایست نسبت به بومی‌سازی آن‌ها

تلاش‌ها و اقدامات بسیار زیادی در سطح جهان برای پرداختن به اصول پایداری محیطی و همچنین گسترش اقدامات حفاظتی برای جلوگیری از تخریب محیط‌زیست و همخوانی هر چه بیشتر ساختمان‌ها با محیط‌زیست انجام پذیرفته است، با توجه به این‌که طراحی پایدار برای هر منطقه بسته به اقلیم، منابع موجود و عوامل دیگر متفاوت بوده موجب شده است که در دو دهه اخیر توجه بسیاری به طراحی سیستم‌های ارزیابی ساختمان‌های سبز در کشورهای مختلف جهان صورت پذیرد، ساختمان‌های آموزشی، بخشی از ساختمان‌های احداث شده است که با توجه به تفاوت کاربری آن‌ها و همچنین اهمیت این فضاها به لحاظ کارکرد آموزشی، مورد توجه کشورهای پیشرو قرار گرفته‌اند.

اقلیمی برای هر کشور جداگانه تعیین و سپس در ارزیابی استفاده شوند؛ و

۳- شاخص‌هایی که زیرمجموعه مؤلفه نوآوری در طراحی قرار گرفته و بسته به نظر طراح می‌توانند راهکارهایی برای بهبود کیفیت محیطی و بازدهی مصرف انرژی ارائه دهند.

اقدام شود. بر این اساس شاخص‌های بیان شده در سه دسته کلی قابل دسته‌بندی خواهند بود:

۱- شاخص‌هایی که عوامل محلی و اقلیمی بر آن‌ها تأثیر نداشته و در تمام کشورها با توجه به ضوابط و استانداردهای جهانی قابل اجرا و ارزیابی هستند؛  
 ۲- شاخص‌هایی که می‌بایست تحت تأثیر عوامل محلی و

جدول ۱۱. تفکیک شاخص‌های مؤثر بر پایداری محیطی فضاهای آموزشی کشور بر اساس تأثیر شرایط محلی و اقلیمی

مؤلفه	شاخص‌هایی که تحت تأثیر عوامل اقلیمی قرار نمی‌گیرند	شاخص‌هایی که تحت تأثیر عوامل اقلیمی قرار می‌گیرند
انرژی	<ul style="list-style-type: none"> <li>استفاده از سیستم‌های تهویه با آلندگی کم</li> <li>کنترل روشنایی با برچسب انرژی</li> <li>مدیریت میردها</li> <li>صرفه‌جویی در مصرف انرژی با استفاده از سیستم‌های بالابر کم مصرف</li> <li>بهبود عملکرد یکپارچه ساختمان و اجتناب از نفوذ هوا</li> <li>پایش مصرف انرژی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>انرژی سبز</li> <li>بهبود کارایی انرژی</li> <li>استراتژی کاهش CO2</li> <li>استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر محیط</li> </ul>
آب	<ul style="list-style-type: none"> <li>بازیافت آب</li> <li>استفاده از تجهیزات با مصرف کمتر آب</li> <li>نظارت بر میزان مصرف آب</li> <li>تشخیص نشت (کاهش نشت آب)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>کاهش مصرف آب</li> <li>بهینه کردن مصرف آب برای محوطه کاری و آبیاری</li> </ul>
اولویت‌های اقلیمی	*	
سایت	<ul style="list-style-type: none"> <li>تراکم ساختمان‌ها و همجواری در محوطه و چگونگی ارتباط آن‌ها</li> <li>احیای زمین‌های آلوده</li> <li>ارائه حمل و نقل عمومی</li> <li>امکانات دوچرخه‌سواری</li> <li>ظرفیت پارکینگ</li> <li>مدیریت زباله‌های ساختمانی</li> <li>توده‌های بازیافت شده</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>انتخاب سایت</li> <li>کاهش آثار جزایر حرارتی</li> <li>کاهش آلودگی نوری</li> <li>حفاظت و احیای شرایط طبیعی</li> <li>ایجاد حداکثر فضای باز</li> <li>طراحی آبراه‌ها</li> </ul>
کیفیت محیط داخلی	<ul style="list-style-type: none"> <li>عدم استفاده از ترکیبات آلی فرار</li> <li>کاهش آلودگی‌های نوری</li> <li>کاهش آلودگی صوتی</li> <li>بهبود عملکرد آکوستیکی</li> <li>بهبود عملکرد سطوح روشنایی</li> <li>ایجاد چشم‌انداز</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>کنترل‌پذیری نور</li> <li>دستیابی کافی به نور روز</li> <li>تهویه طبیعی</li> <li>کاهش آلودگی میکروبیولوژیکی</li> <li>آسایش و کنترل رطوبت/ حرارت/ سرما</li> </ul>
مواد و مصالح	<ul style="list-style-type: none"> <li>استفاده مجدد از عناصر سازه‌ای ساختمان</li> <li>استفاده مجدد از عناصر غیرسازه‌ای ساختمان</li> <li>استفاده از مواد قابل بازیافت</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>استفاده از مصالح و محصولات محلی و بوم آورد</li> <li>استفاده از مصالح تجدیدپذیر</li> </ul>
نوآوری در طراحی	*	

( منبع: نگارندگان )

سازمان مدیریت بحران<sup>۱۴</sup> (FEMA) و یا مشابه این آیین‌نامه‌ها در سایر کشورها، به منظور بومی سازی استفاده می‌نمایند، در کشور ما نیز از نشریه‌های مصوب سازمان‌های مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و نو سازی، توسعه و تجهیز مدارس که مختص فضاهای آموزشی ارائه گردیده‌اند (مانند؛ نشریه شماره ۶۹۷ - ضوابط طراحی ساختمان‌های آموزشی، نشریه شماره ۳۴۳ - راهنمای طراحی آکوستیکی فضاهای آموزشی، نشریه شماره ۴۰۶ - آماده سازی مدارس در برابر زلزله، نظام‌نامه طراحی فضاهای آموزشی و پرورشی - حفاظت در مقابل حریق، استاندارد ۱۸۴۸ - روش‌نمایی مدارس و ... ) و نیز ضوابط و استانداردهای مسکن و شهر سازی، سازمان نظام مهندسی کشور، سازمان حفاظت از محیط‌زیست و تمامی سازمان‌هایی که به نوعی در امر ساخت‌وساز و صرفه‌جویی منابع دست‌اندرکار هستند استفاده شود. برخی از این ضوابط عبارت‌اند از: مقررات عمومی ساختمان (مبحث ۴)، طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها (مبحث ۱۳)، صرفه‌جویی در مصرف انرژی (مبحث ۱۹)، تأسیسات بهداشتی (مبحث ۱۶) و ... علاوه بر این با توجه به اینکه به برخی از موارد در بخش‌نامه‌ها و نشریه‌های مصوب پرداخته نشده یا کمتر پرداخته شده است، می‌توان از کتاب‌های مرجع از جمله پهنه‌بندی اقلیمی ایران - ساختمان‌های آموزشی استفاده کرد. بدین صورت که آیت‌های مطرح شده در بخش‌نامه‌ها، آیین‌نامه‌ها و ضوابط خارجی را با موارد مشابه در ایران مقایسه کرده و بسته به شرایط محلی از موارد داخلی استفاده کرد.

#### یادداشت‌ها

1. Leadership in Energy and Environmental Design
2. Analytical Hierarchy process
3. Building Research Establishment Environment Assessment Method
4. Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency
5. Building Environmental Assessment Method
6. Evaluation Standard for Green Building
7. Sustainable Building Tool
8. U.S. Green Building Council
9. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V.

آنچه حائز اهمیت است، نحوه استفاده از این مؤلفه‌ها و شاخص‌ها در ایران با توجه به شرایط محلی (شرایط فرهنگی - اجتماعی، اقتصادی و اقلیمی) خاص کشور است. نظر به اینکه پژوهش حاضر بر مؤلفه‌ها و شاخص‌های پایداری محیطی فضاهای آموزشی تأکید دارد لذا توصیه‌هایی در خصوص چگونگی بومی سازی شاخص‌ها تحت شرایط اقلیمی ارائه خواهد کرد.

از آنجا که ایران از پهنه بندی های اقلیمی مختلف برخوردار است، توجه به شرایط اقلیمی منطقه می‌تواند تأثیر بسزایی بر طراحی پایدار ساختمان بگذارد. از مهمترین مؤلفه های اقلیمی تأثیر گذار می‌توان به دما، بارش، میزان رطوبت، باد و میزان تابش نور خورشید اشاره کرد که به منظور چگونگی تأثیر این مؤلفه‌ها بر شاخص‌های پایداری محیطی، بسته به منطقه مورد نظر، می‌توان از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی و تحلیل‌های مربوطه استفاده کرد. علاوه بر این تأثیر مواردی چون: عرض جغرافیایی، دوری و نزدیکی از سطح دریا، میزان پوشش گیاهی و نوع خاک و ... نیز بر مؤلفه‌ها و شاخص‌ها باید مدنظر قرار گیرد.

از سویی دیگر تأثیر شرایط اقلیمی بر فضاهای آموزشی به دلیل تفاوت در نوع عملکرد و زمان استفاده نسبت به دیگر کاربری‌ها، مختلف است. در این فضاها زمان یا الگوی اشغال و تراکم نفر در فضا که از عمده‌ترین ویژگی‌های فضاهای آموزشی محسوب می‌شوند با فضاهای معمولی متفاوت بوده، این مکان‌ها از بار داخلی قابل توجهی نیز برخوردار هستند که این موضوع بر تأمین نیازهای حرارتی فضا تأثیرگذار است.

از این رو به منظور ایجاد شرایط بهینه کیفیت محیط داخلی و نیز صرفه‌جویی در منابع (آب، انرژی، زمین و مواد و مصالح) توصیه می‌شود همان‌گونه که دیگر کشورها از آیین‌نامه‌های بین‌المللی ساختمان<sup>۱۲</sup> (IBC) و آیین‌نامه‌های وابسته به آن از جمله؛ آیین‌نامه بین‌المللی ساختمان سبز، آیین‌نامه شورای ساختمان سبز آمریکا (USGBC)، آیین‌نامه سازمان حفاظت محیط‌زیست<sup>۱۳</sup> (EPA)، آیین‌نامه‌های

10. High Quality Environmental Method  
 11. Green Building Council(GBC France)  
 12. International Building Code  
 13. United States Environmental Protection Agency  
 14. Fedral Emergency Management Agency

## منابع

- برنامه کار ۲۱، منشوری برای آینده، ۱۳۷۱، <https://doe.ir/Portal/file/?154854/>
- پورآتش، م. شعبانعلی قمی، ح. و فهام، ا. ۱۳۹۱. مدرسه سبز- مبانی و دستورالعمل‌های اجرایی؛ چاپ اول، انتشارات پلک، تهران.
- چینگ، اف. شاپیرو، ای.ان.ام ۲۰۱۴. اصول طراحی ساختمان سبز- معماری و تأسیسات، مترجم: محمدرضا افضلی (۱۳۹۴)، یزدا، تهران.
- رخشانی، م. ۹ خرداد ۱۳۹۷، گفتگو با خبرگزاری مهر <https://www.mehrnews.com/news/4310009/>
- رئیس، زو نیکروان، م. ۱۳۹۵. بررسی و مقایسه سیستم‌های متداول امتیازدهی ساختمان‌ها بر اساس شاخص‌های پایداری و مقایسه با مقررات ملی کشور، نشریه علمی و پژوهشی معماری اقلیم گرم و خشک، سال چهارم، شماره چهارم، پاییز و زمستان.
- روانشادنی، م. ۱۳۵۹. راهنمای سیستم‌های رتبه‌بندی ساختمان‌های سبز، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، تهران.
- سازمان حفاظت محیط‌زیست ۱۳۹۴. منشور مدارس جامع محیط‌زیستی- بنیان‌های نظری و شیوه‌نامه اجرایی، ویرایش ششم.
- کیانگ، ج. ۱۳۹۵. ساختمان سبز: نشان پلاتین طراحی پلان و حجم ساختمان، مترجم: نادر کاوه، چاپ اول، علم معمار رویال، تهران.
- محمدی، م. نظری، ا. و فریدونی، ف. ۱۳۹۵. ارائه مدل بهینه معماری مدارس کشور ایران با رویکرد توسعه پایدار، همایش ملی رویکردهای نوین در برنامه‌ریزی و توسعه پایدار منطقه‌ای، مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت.
- می‌بودی، ح. لاهیجانیان، ا. شبیری، م. جوزی، ع. و عزیزی‌نژاد، ر. ۱۳۹۵. تدوین معیارهای استاندارد مدارس سبز در ایران، فصلنامه علمی و پژوهشی تعلیم و تربیت، ۲۲(۳): ۱۰۷-۱۲۹.
- می‌بودی، ح. ۱۳۹۶. ارائه الگوی ارزیابی مدارس سبز ایران با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی، پایان‌نامه درجه دکترای تخصصی رشته مدیریت محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
- Abidin, N.Z. 2010. Investigating the awareness and application of sustainable construction concept by Malaysian developers. *Habitat Int.* 34: 421-426.
- Akadiri, P.O., Chinyio, E.A. and Olomolaiye, P.O. 2012. Design of A Sustainable Building: A Conceptual Framework for Implementing Sustainability in the Building Sector; *Buildings*, 2, 126-152; doi:10.3390/buildings2020126
- Al-Masalmeh, O. 2018. Japanese Rating System- Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency-CASBEE; <https://www.researchgate.net/publication/322332528>
- Alyami, S.H and Rezgui, Y. 2012. Sustainable building assessment tool development approach; *Sustainable Cities and Society*; Volume 5; Pages 52-62. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2012.05.004>
- Bernardi, E., Carlucci, S., Cornaro, C. and Bohne, R.A. 2017. An Analysis of the Most Adopted Rating Systems for Assessing the Environmental Impact of Buildings ; <http://dx.doi.org/10.3390/su9071226>.
- Department of the Environment Islamic Republic of Iran. (2008), Comprehensive Public Environmental Education program.
- Earthman, G. I. 2009. Planning education facilities. USA: Rowman and Littlefield Education.
- Gordon, D.E. 2010. Green Schools as High Performance Learning Facilities. Washington, D.C.: National Clearinghouse for Educational Facilities. Retrieved on March 23, 2012, from <http://www.ncef.org/pubs/greenschools.pdf>
- Hazman H.H., Denan, Z. 2015. Importance of Preserving the Natural Environment in the Design Schools in Malaysia , Asian Conference on Environment-Behaviour Studies Chung-Ang University, Seoul, S. Korea, 25-27 August 2014 , *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 170:177 – 186
- Hamedani, A.Z. and Huber, F. 2012. A comparative study of DGNB, LEED and BREEAM certificate systems in urban

sustainability, *The Sustainable City VII*, 1: 121-132.

Kats, GA., Braman, J. and James, M. 2010. *Greening Our Built World: Costs, Benefits, and Strategies*. Island Press, Washington, DC.

Lee, W.L. 2012. Benchmarking energy use of building environmental assessment schemes, *Energy and Buildings*, 45: 326-334

LEED 2009 for Schools New Construction and Major Renovations Rating System, USGBC Member Approved November 2008 (Updated July 2016) <https://www.usgbc.org/resources/leed-schoolsnew-construction-v2009-current-version>

Mahdavinejad, M., Zia, A., Larki, A.N., Ghanavati, S. and Elmi, N. 2014. Dilemma of green and pseudo green architecture based on LEED norms in case of developing countries, *International Journal of Sustainable Built Environment*, 3(2): 235-246.

Nguyen, B. K. and Altan, H. 2011. Comparative review of five sustainable rating systems. *Procedia Engineering*, 21: 376-386

Poveda, C.A., Lipsett, M.G. 2011. A Review of Sustainability Assessment and Sustainability/ Environmental Rating Systems and Credit Weighting Tools. *J. Sustain, Dev.* 4: 36-55.

Ramli N.H., Masri, M.H., Zafrullah, M., Taib, H.M. and Hamid, N.A. 2012. Comparative study of green school guidelines. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 50: 462-471

Tasci, B. 2015. "Sustainability" Education by Sustainable School Design, *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 186: 868-873.

USGBC, 2009, LEED for New Construction and Major Renovation, US Green Building Council: Washington, DC, USA.

Zhang, Y., Wang, J., Hu, F. and Wang, Y. 2017. Comparison of evaluation standards for green building in China, Britain, United States; *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; 65(1): 262-271. (<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.139>)

Zhao, D.X., He, B.J. and Meng, F.Q. 2015. The green school project: A means of speeding up sustainable development?. *Geoforum*, 65: 310-313.

<https://www.dgnb-system.de/en/>

[https://tools.breeam.com/filelibrary/Technical%20Manuals/SD5051\\_4\\_1\\_BREEAM\\_Education\\_2008.bpdf](https://tools.breeam.com/filelibrary/Technical%20Manuals/SD5051_4_1_BREEAM_Education_2008.bpdf)