ISSN: 2538-3019, EISSN: 2676-4806
DOI: 10.30479/AT.2022.15391.1730
دوفصلنامهٔ اندیشهٔ معماری، نشریهٔ علمی، سال ششم، شمارهٔ دوازدهم، پاییز و زمستان ۱۴۰۱، صص ۲۰۴-۲۲۰

بررسی جایگاه معیارهای ساختمان سبز در ارزیابی دروس طراحی کارشناسی معماری با استفاده از آنتروپی شانون

رزا وکیلی‌نژاد[۱]، پرستو عشرتی[۲]، گلنوش پارسی[۳]

تاریخ دریافت مقاله : ۱۴۰۰/۰۶/۲۴

تاریخ پذیرش مقاله : ۱۴۰۱/۰۱/۲۰

چکیده

بیان مساله: ساختمان‌ها در طول چرخه‌حیات خود تاثیرات گسترده‌ای بر محیط‌زیست اطرافشان می‌گذارند. اثرات منفی ساختمان همچون ازبین‌بردن بخشی از محیط‌زیست و استفاده حدود ۴۰ درصدی از منابع انرژی سبب ایجاد رویکردهای جدیدی از جمله مفهوم ساختمان سبز در معماری شده است. در حال حاضر صنعت ساختمان‌سازی در ایران، حدود یک‌سوم انرژی مصرفی کشور را به خود اختصاص داده است. ازاین‌رو، توجه به اصول طراحی و احداث ساختمان سبز می‌تواند نقش مهمی در حل مشکلات انرژی و محیط‌زیستی در ایران داشته باشد. اگرچه آموزش‌های دانشگاهی یکی از فرصت‌ها برای هدایت و ایجاد انگیزه در دانشجویان رشته معماری به سمت به‌کارگیری اصول طراحی معماری سبز است، اما درحال‌حاضر این موضوع در آموزش دوره کارشناسی معماری در ایران کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

سوال تحقیق: سوال اصلی این تحقیق در پی آن است که دریابد معیارهای ساختمان سبز تا چه اندازه در ارزیابی استادان از طرح‌های دانشجویان در دوره کارشناسی معماری واجد اهمیت است.

اهداف تحقیق: هدف از این مقاله، تعیین میزان اهمیت معیارهای ساختمان سبز در ارزیابی استادان از طرح‌های دانشجویی کارشناسی معماری در ایران و هم‌چنین تعیین دروس طراحی معماری با بیشترین قابلیت، جهت آموزش معیارهای ساختمان سبز در این دوره است.

روش تحقیق: روش این تحقیق توصیفی و تحلیل آماری است. در گام اول شاخص‌های مشترک در دو سیستم لید و بریم به عنوان ملاک سنجش ساختمان‌های سبز تعیین شده و در گام دوم با ابزار پرسشنامه نظرات مدرسان دروس طراحی معماری در زمینه میزان اهمیت به معیارهای ساختمان سبز در ارزیابی طرح‌های دانشجویی، روش پیشنهادی برای آموزش آن و موانع پرداختن به این اصول در آموزش دانشگاهی جمع‌آوری گردید. در گام سوم داده‌ها با استفاده از روش آنتروپی شانون تحلیل شد.

مهم‌ترین یافته‌ها و نتیجه‌گیری تحقیق: یافته‌ها نشان می‌دهد که اولویت معیارها بر اساس میانگین وزن دسته به ترتیب شامل یک) بهره‌وری آب، دو) سایت، سه) حمل‌ونقل، چهار) معیار انرژی و معیار مصالح و منابع با امتیاز برابر و پنج) کیفیت محیط داخلی است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که اختصاص یکی از طرح‌های معماری به ویژه طرح نهایی به آموزش اصول ساختمان سبز می‌تواند راهکار مناسبی برای افزایش آگاهی دانشجویان نسبت به این موضوع باشد. این در حالیست که مهم‌ترین مانع آموزش معماری سبز، توجه ناکافی به معماری سبز در سرفصل دروس طراحی دوره کارشناسی بوده و بازنگری سرفصل دروس ضروری بنظر می‌رسد. این مقاله بر اساس وضع موجود در ایران است و پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آتی، اولویت بندی معیارها مبتنی بر نیازهای واقعی کشور انجام شود.

کلمات کلیدی: ارزیابی طرح معماری، آموزش معماری، کارشناسی معماری، ساختمان سبز، آنتروپی شانون.

۱. استادیار دانشکده هنر و معماری، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران (نویسنده مسئول)، تلفن: ۰۹۱۷۷۰۰۶۶۱۲، ایمیل: arch.rv@shirazu.ac.ir
۲. استادیار دانشکده معماری، دانشکدگان هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران، تلفن: ۰۹۱۷۷۱۳۹۷۸۱ ایمیل: eshrati@ut.ac.ir
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد معماری انرژی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران، تلفن: ۰۹۱۹۴۸۳۶۶۳۹، ایمیل: g.parsi@ut.ac.ir

۱- مقدمه

ساختمان‌ها در طول چرخه‌حیات خود به طور گسترده بر محیطزیست، اجتماع و اقتصاد جامعه خود تاثیر می‌گذارند. از جمله تاثیرات مثبت آن‌ها می‌توان به ایجاد امکانات مورد نیاز انسان‌ها و از اثرات منفی به تاثیرات مخرب بر محیطزیست، آلودگی آب‌ها و تولید زباله اشاره کرد. به‌علاوه، ساختمان‌ها حدود ۴۰ درصد از انرژی را مصرف می‌کنند که سبب انتشار حدود ۳۳ درصد از گازهای گلخانه‌ای می‌شود. ازاین‌رو کشورهای بسیاری به منظور کاهش آثار ساختمان‌ها بر محیطزیست، رویکردهای متنوعی در صنعت ساختمان‌سازی اتخاذ کرده (Zuo & Zhao, 2014: 272) و بر نقش مهم معماران، مهندسان، برنامه‌ریزان و پیمانکاران برای ایجاد ساختمان‌هایی با کمترین اثرات نامطلوب محیطزیستی تأکید کرده‌اند (Gaulmyn & Dupre, 2019: 239). یکی از راهکارهای ارائه شده در جهت کاهش تأثیر منفی ساختمان بر محیطزیست، توجه به مفهوم ساختمان سبز در معماری است (غفاری و عباسیان جهرمی، ۱۳۹۸: ۴۷). ساختمان سبز رویکردی است که از بین اهداف معماری پایدار، بر روی اهداف محیطزیستی تمرکز دارد (Zuo & Zhao 2014: 272). طبق تعریف، ساختمان سبز ساختمانی است که در تمام مراحل چرخه‌حیات ساختمان (از طراحی تا ساخت، بهره‌برداری و تخریب) اثرات منفی محیط مصنوع بر محیطزیست را کم کرده و یا ازبین ببرد (Cole, 2019: 1) و تأثیرات مثبتی برروی اقلیم و محیط طبیعی خود به جای گذارد (World Green Building Council,n.d.).

درحال‌حاضر صنعت ساختمان‌سازی در ایران بیش از یک‌سوم انرژی مصرفی کشور را به‌خود اختصاص می‌دهد (وزارت مسکن و شهرسازی. مقررات ملی ساختمان ایران، ۱۳۸۸: مقدمه مبحث ۱۹) و افزایش ساخت‌وسازهای روزافزون، نیز سبب افزایش سهم صنعت ساختمان در مصرف انرژی و به‌دنبال آن افزایش اثرات محیطزیستی می‌شود (رئیسی و نیکروان، ۱۳۹۵: ۱). لذا توجه به اصول طراحی و احداث ساختمان سبز می‌تواند نقش مهمی در حل مشکلات انرژی و محیطزیستی ایفا کند. در دهه‌های اخیر با هدف کاهش اثرات منفی ساختمان‌ها و محیط‌مصنوع بر محیطزیست، بر اهمیت و ضرورت ساختمان‌های سبز در دنیا تأکید شده است. در این راستا نقش آموزش و به‌ویژه نظام آموزش‌عالی و دانشگاهی بسیار حائز اهمیت است. هدایت دانشجویان به سمت اصول طراحی معماری سبز، در خلال جریان آموزش، داوری و نقد دانشجویان سبب ایجاد انگیزه و نگرشی مثبت به مسائل محیطزیستی شده و به ایشان این فرصت را می‌دهد تا در برنامه‌ریزی‌های خرد و کلان، گرایش و دیدگاه مثبتی نسبت به مسائل محیطزیستی داشته باشند. بخش مهمی از این هدایت معطوف به بخش آموزش و ایجاد انگیزه برای دانشجویان است که در خلال جریان آموزش، داوری و نقد دانشجویان امکان‌پذیر است (سامه و ایزدی، ۱۳۹۳: ۳). بااین‌وجود در آموزش معماری در دوره کارشناسی در ایران این امر مغفول مانده است. یکی از دلایل این امر می‌تواند وجود گرایش کارشناسی‌ارشد معماری انرژی باشد که پرداختن به آموزش معماری سبز را به‌عنوان یکی از اهداف این گرایش مدنظر دارد. این درحالیست که وجود این گرایش در مقطع تحصیلات‌تکمیلی، دانش‌آموختگان کارشناسی را از داشتن دانش عمومی نسبت به معماری سبز بی‌نیاز نمی‌سازد. ازهمین‌رو، با توجه به تأثیر ساختمان‌های سبز در بهبود شرایط محیطی و نقش آموزش در ترغیب دانشجویان در به‌کارگیری اصول ساختمان سبز، بررسی جایگاه و اهمیت این اصول در نحوه ارزیابی اساتید در دروس طراحی حائز اهمیت است. هدف از این مقاله، بررسی جایگاه معیارهای معماری سبز در ارزیابی و داوری دروس طراحی در دوره کارشناسی معماری در ایران است. برای رسیدن به این هدف، اهداف فرعی زیر مطرح می‌گردد:

- بررسی میزان اهمیت هرکدام از معیارها و شاخص‌های ساختمان سبز در ارزیابی طرح دانشجویان، از دیدگاه استادان
- تعیین یکی از دروس طراحی معماری که بیشترین قابلیت را جهت آموزش معیارهای ساختمان سبز در دوره کارشناسی معماری دارد.

۲- پرسش های تحقیق

به‌این‌ترتیب سوال اصلی تحقیق در پی آن است که دریابد معیارهای ساختمان سبز تا چه اندازه در ارزیابی

استادان از طرح‌های دانشجویان در دوره کارشناسی معماری واجد اهمیت است. برای رسیدن به پاسخ به این پرسش، پرسش‌های فرعی زیر مطرح می‌گردد:

- از دیدگاه استادان میزان اهمیت هر کدام از معیارها و شاخص‌های ساختمان سبز در ارزیابی طرح دانشجویان چقدر است؟
- کدامیک از دروس طراحی معماری بیشترین قابلیت را جهت آموزش معیارهای ساختمان سبز در دوره کارشناسی معماری دارد؟
- چه عواملی آموزش معماری سبز را با محدودیت مواجه می‌کنند؟

۳- فرضیه تحقیق

بر اساس سوالات مطرح شده در این تحقیق فرضیه‌های پژوهش به شرح زیر است:

- معیار بهره‌وری آب با اهمیت‌ترین معیار از بین معیارهای ساختمان سبز و کیفیت محیط داخلی کم اهمیت‌ترین معیار از بین سایر معیارها است.
- به نظر می‌رسد دروس مختلف طراحی معماری قابلیت یکسانی جهت آموزش و پرداختن به اصول معماری سبز ندارند.
- به نظر می‌رسد عوامل بازدارنده‌ای وجود دارد که آموزش معماری سبز را در دروس طرح معماری با محدودیت مواجه می‌کنند.

۴- پیشینه تحقیق

پیشینه ساختمان سبز و آموزش دانشگاهی آن

مفهوم توسعه‌پایدار به‌دنبال برگزاری اولین کنفرانس سازمان ملل متحد درباره محیط‌زیست و توسعه‌پایدار در سال ۱۹۷۲ میلادی در استکهلم شکل گرفت (خاتمی و فلاح، ۱۳۸۹: ۲۳). این مفهوم در سال‌های میانی قرن ۲۰ به مفهومی فراگیر تبدیل شد و در اواخر قرن ۲۰ در قالب «آینده مشترک» از طرف سازمان ملل متحد مطرح (عزیزی، ۱۳۸۹: ۴۳) و در سال ۱۹۹۲م. تحت عنوان سند «دستور کار ۲۱» به امضا رسید. بااین‌وجود ایده معماری پایدار، سال‌ها قبل از ارائه مفهوم توسعه پایدار به‌وجودآمد. سال ۱۹۶۳م. آغازی بر دوره توجه به مسائل محیط‌زیستی و ظهور رویکردهای طراحی متنوع با هدف حفظ و یکپارچگی محیط‌زیست بود. در این سال‌ها چندین واژه ازجمله، معماری زیستی، معماری سبز و معماری پایدار به عنوان رویکردهای اصلی مطرح شدند (احمدی و همکاران، ۱۳۹۵: ۸۷). در سال ۱۹۹۰م. عبارت ساختمان سبز برای ساختمان‌های مسئولیت‌پذیر در طول چرخه‌حیات خود در مواجه با محیط‌زیست، پدیدار شد (غفاری و عباسیان جهرمی، ۱۳۹۸: ۴۷) و پس‌از آن در سال ۱۹۹۴م. در کنفرانس بین‌المللی تمپا[1]، ساخت‌وساز پایدار به منظور تدوین اسلوب ساخت و ساز سالم در محیط برپایه کارآمدی منابع و اصول بوم‌شناختی مطرح گردید (خاتمی و فلاح، ۱۳۸۹: ۲۵). طبق تعریف، ساختمان سبز، به ساختمانی اطلاق می‌شود است که در تمام مراحل چرخه‌حیات ساختمان، اثرات منفی بر محیط‌زیست را کاهش داده و یا از بین ببرد (Cole, 2019: 1).

در حوزه ساختمان‌های سبز، پژوهش‌های بسیاری انجام شده است که از آن جمله می‌توان به مقالات عباس‌زاده و همکاران (Abbaszadeh et al., 2006) با موضوع آثار و فواید ساختمان سبز و هنانگ و همکاران (Honange et al., 2009) در زمینه تأثیر مصالح در ساختمان‌های سبز بر کاهش ازن و نیز پژوهش ژو و ژائو (Zuo & Zhao, 2014) در زمینه بررسی تأثیرات ساختمان سبز بر جامعه، اقتصاد، محیط‌زیست و آسایش ساکنان اشاره کرد. حکمت و نصیرات به بررسی سیستم‌های ارزیابی ساختمان سبز از جمله لید[2]، بریم[3]، کسبی[4] و جی‌بی‌تول[5] پرداخته‌اند (Hikmat & Nasirat, 2009). در این پژوهش به لزوم تطبیق سیستم‌های ارزیابی ساختمان سبز با شرایط اقلیمی و محیطی هر کشور اشاره شده و معیارهای ارزیابی جدیدی برای کشور اردن ارائه شده است. در پژوهشی دیگر، رییسی و نیکروان (۱۳۹۵) به بررسی معیارهای توسعه در سیستم‌های لید، بریم و کسبی و مقایسه آن‌ها با مقررات ملی ساختمان ایران پرداخته و نتیجه‌گیری کرده‌اند که در مقررات ملی ساختمان ایران به بسیاری از زیربخش‌های معماری پایدار پرداخته نشده است. از دیگر پژوهش‌های داخلی می‌توان به پژوهش محمدپور زرندی و همکاران (۱۳۹۵) در زمینه بررسی شرایط ساختمان‌های سبز در شهرداری منطقه یک تهران و پژوهش غفاری و

عباسیان جهرمی (۱۳۹۸) در زمینه ارزیابی شرایط عمومی پیمان از منظر تطابق آن با مفاهیم ساختمان‌های سبز اشاره کرد؛ نتایج این پژوهش‌ها نشان می‌دهد که ضعف آموزش و کمبود آگاهی و دانش کافی در زمینه ساختمان سبز یکی از دلایل اصلی عدم هماهنگی و تمایل کم به استفاده از اصول ساختمان سبز در پروژه‌هاست.

در حوزه آموزش اصول محیط زیست در رشته‌های مختلف دانشگاهی نیز پژوهش‌هایی صورت گرفته است. از بین این پژوهش‌ها می‌توان به پژوهش‌های نصیری و چینی (Nasiri & Chini, 2010) و شبیری و همکاران (۱۳۹۲) اشاره کرد. در پژوهش اول به نقش آموزش در کاهش مشکلات محیطزیست و ارائه راهکارهایی از جمله تشویق دانشجویان به استفاده از ابزارهایی مانند سیستم‌های رتبه‌بندی ساختمان‌های سبز در رشته معماری و نیز آموزش استادان و آشنایی آن‌ها با مسائل جدید پایداری پرداخته شده است. در پژوهش دوم برنامه‌های پنج ساله توسعه‌ای کشور در زمینه آموزش محیطزیست از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۴ مرور شده و برای برطرف کردن نواقص آن‌ها پیشنهاداتی، ارائه شده است. ازجمله این پیشنهادات، واردکردن رویکرد محیطزیست در حوزه دانش‌های مختلف و هسته اصلی بسیاری از رشته‌های علمی در دانشگاه‌ها برای تربیت نیروی متخصص است. در پژوهشی دیگر توسط محمدی و عزیزپور (۱۳۹۲) به ارزیابی تناسب برنامه درسی تدوین شده محیطزیستی در رشته‌های مهندسی عمران، معماری و کشاورزی با معیارهای توسعه پایدار محیطزیستی پرداخته شده است؛ براساس این پژوهش دانشجویان سال آخر باوجود گذراندن واحدهای مرتبط با محیطزیست، در انتهای تحصیل آگاهی کمی از مؤلفه‌های محیطزیستی دارند. پژوهش دیگر در این زمینه، پژوهش دیاس و همکاران است که به ضرورت آموزش محیطزیست در تمام سطوح آموزشی اشاره می‌کند. پژوهشگر، آموزش را وسیله‌ای برای ایجاد آگاهی می‌داند و تأکید می‌کند که آموزش‌ها در تمام سطوح آموزشی باید براساس و متناسب با شرایط محلی و منطقه‌ای هر کشور برنامه‌ریزی شود تا بتواند بر جامعه تأثیرگذار باشد (Dias et al., 2004).

با وجود این در زمینه آموزش اصول محیطزیست ازجمله ساختمان سبز در معماری پژوهش‌های کمتری صورت گرفته و اکثر پژوهش‌ها در این زمینه معطوف به معماری‌پایدار است. در برخی از این پژوهش‌ها به لزوم آگاهی‌بخشی در مورد آموزش پایداری در معماری و ایجاد شاخص‌هایی برای ارزیابی ساختمان‌ها اشاره شده است (Cam & Ong, 2005). در پژوهشی نحوه دریافت دانش کاربردی معماری‌پایدار دانشجویان در دانشگاه آرهاس[۶] دانمارک و ارزیابی آن بررسی شده است؛ در این پژوهش، تجربه دانشجویان سال دوم از معماری‌پایدار در قبل و بعد از طی یک دوره عملی یک‌ماهه سنجیده شده و پس‌از اتمام دوره دانش پایه‌ای دانشجویان درخصوص معماری‌پایدار نسبت به دانش آن‌ها قبل از برگزاری دوره مقایسه شد. طبق نتایج به‌دست‌آمده دانشجویان پس‌از اتمام دوره عملی، شناخت بهتری نسبت به بهره‌وری مصالح و انرژی داشتند که نشانگر اهمیت مشارکت فعال و بازخوردهای انتقادی دانشجویان به کمک مدل‌های آموزشی متنوع است (Donovan and Holder, 2016). در پژوهشی دیگر بورین و همکاران به بررسی روش‌های متنوع آموزش پایداری از طریق ارزیابی برنامه درسی معماری و استفاده دانشجویان از مباحث پایداری در طرح‌هایشان در سه دانشگاه آکلند[۷] در نیوزلند، دانشگاه تگزاس در سن آنتونیو[۸] و دانشگاه کاردنال[۹] در اسپانیا پرداخته‌اند (Boarin et al., 2020). نتایج نشان می‌دهد که تقریباً همه دانشجویان، پایداری را جنبه‌ای کلیدی در آموزش خود می‌دانند، درحالی‌که نمود آن در طرح‌هایشان کاملاً متفاوت بوده و استفاده از این اصول به هدف و نقطه تمرکز هر برنامه بستگی دارد. علاوه‌براین نحوه آموزش اصول پایداری، بیشتر به صورت نظری و مجزا از کارگاه‌های طراحی است. طبق نتایج، آموزش پایداری باید با کارگاه‌های طراحی یکپارچه و ادغام شده و به عنوان هدفی در فعالیت‌های خلاقانه دنبال شود. از جمله پژوهش‌های داخلی در حوزه آموزش معماری‌پایدار می‌توان به پژوهش حسینی و همکاران (۱۳۸۷) اشاره کرد که به لزوم آموزش معماری‌پایدار در ایران و بررسی امکانات و موانع آن پرداخته‌اند؛ این پژوهش، با بررسی دانشجویان آشنا با محتوای دروس تنظیم شرایط محیطی

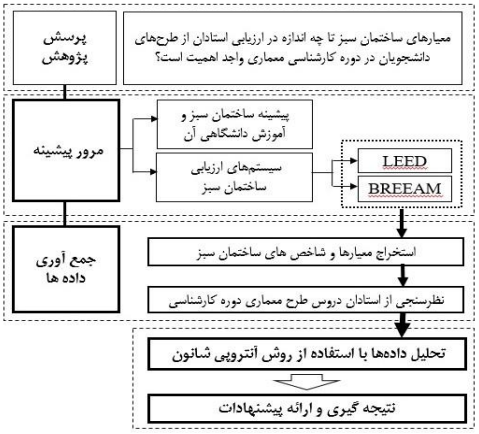
و طراحی همساز با اقلیم در چندین دانشگاه ایران، آشکار می‌سازد که دانشجویان تنها به طور سطحی و نظری با مفاهیم پایداری آشنا هستند. و آگاهی عمیقی نسبت به آن ندارند. در پژوهشی دیگر، عزیزی (۱۳۸۹) به بررسی چالش‌های آموزش معماری‌پایدار در دنیا و ایران پرداخته است. بررسی‌های وی نشان می‌دهد که در ایران، مشکلاتی اعم از عدم آگاهی از مسائل محیطزیستی در دانشگاه‌ها، فقدان حمایت دروس فنی از فرآیند طراحی، ارائه مباحث پایداری به شیوه کمی و حالت تدافعی و سیستم‌های آموزشی سنتی ازجمله مشکلات دانشگاه در آموزش پایداری معماری است. در ایران نیز به غیر از مشکلات فوق، عدم وجود دروس ویژه با محتوای پایداری، محیطزیست و طراحی پایدار در مقطع کارشناسی ازجمله مشکلات در آموزش پایداری در معماری است. نتایج پژوهشی دیگر از همین نویسنده در سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد که بحران‌های محیطزیستی موضوعی حاشیه‌ای در دروس دانشگاهی است که به صورت کاملاً مجزا از آتلیه‌های طراحی و به صورت تک درس آموزش داده می‌شود. ایرانمنش و خواجه پور (۱۳۹۳) هم معتقدند که انتقال مفاهیم پایداری در آموزش معماری، فقط به صورت تقریری است؛ در نتیجه طراحی بدون تحقق پایداری در نظام ذهنی و عملی طراحان صورت می‌گیرد و طرح از نظر پایداری فاقد بازدهی و تأثیر در جامعه ایران است. در پژوهشی دیگر توسط احمدی و همکاران (۱۳۹۵)، بررسی تطبیقی دروس دانشگاهی معماری در ایران با سه دانشگاه خارج از ایران انجام شده و نتایج پژوهش نشان می‌دهد که دروس پایداری در ایران جایگاه مناسبی ندارند. این پژوهش روند طراحی مداوم و همه‌جانبه در محیط‌های آموزشی را به عنوان راه حل بیان می‌کند. در پژوهشی دیگر با مقایسه آموزش معماری پایدار در ایران و استرالیا، محدودیت‌های دانشگاهی که مانع از توسعه آموزش معماری‌پایدار هستند، بررسی شده و نتایج نشان می‌دهد که تعداد واحدهای درسی ایران در حوزه انرژی به نسبت استرالیا کمتر و ناکافی است (Taleghani et al., 2011).

بررسی پیشینه پژوهش حاکی از آن است که چه در تحقیقات داخلی و چه خارجی، آموزش ساختمان سبز به طور مستقیم کمتر مورد توجه قرار گرفته و عموم پژوهش‌های این حوزه به آموزش پایداری اختصاص دارد. بااین‌همه از بین تحقیقات اندکی که در زمینه آموزش معماری سبز انجام شده است می‌توان به مقاله لی و همکاران اشاره کرد؛ ایشان در مقاله خود به تحلیل مشکلات آموزشی ساختمان سبز درحال‌حاضر پرداخته و اذعان داشته‌اند که روش آموزشی طراحی معماری به شیوه سنتی روشی نه‌چندان مناسب برای آموزش مفهوم ساختمان سبز است و بهتر است مفهوم ساختمان سبز با تعبیه مفاهیم اکولوژیکی در مطالب آموزشی طراحی معماری، آموزش داده شود. ایشان همچنین استفاده از روش آموزشی باز یعنی «ایجاد سؤال- تحلیل مسئله – و حل مسئله»، برای ارتقا یادگیری، را که در خلال کارگاه‌های طراحی و با هدایت استادان انجام می‌شود، به عنوان روشی برای ارتقا توانایی‌های یادگیری پیشنهاد کرده‌اند (Li et al., 2014). در پژوهشی دیگر آموزش ساختمان سبز به عموم مردم مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاکی از آن است که آموزش ساختمان سبز نیازمند بستری از دانش، مهارت، تأثیر و رفتار بوده و در کنار افزایش دانش در مورد ساختمان سبز، ارتقا مهارت‌های مربوط به آن نیز اهمیت دارد. از این رو کسب مهارت‌های مرتبط با ساختمان سبز توسط دانشجو می‌تواند به تبدیل این دانش به عمل کمک نماید (Cole, 2019).

۵- روش تحقیق

راهبرد اصلی این پژوهش ترکیبی (کیفی-کمی) است. راهبرد کیفی راهبرد حاکم بر بخش اول پژوهش است. در این بخش از روش تحلیل محتوا برای استخراج معیارها و شاخص‌های ساختمان سبز مبتنی بر دو سیستم لید و برییم استفاده گردید.

راهبرد کمی در بخش دوم پژوهش برای تحلیل پرسشنامه‌ها با استفاده از روش آنتروپی شانون است. آنتروپی شانون روشی کمی برگرفته از تئوری اطلاعات برای پردازش داده‌ها در تحلیل محتواست که جهت تعیین اوزان نسبی پارامترها در تصمیم‌گیری‌های چند معیاره به کار می‌رود. شکل ۱ ساختار کلی پژوهش را نشان می‌دهد.



تصویر ۱- ساختار کلی پژوهش (ماخذ: نگارندگان)

جهت تدوین معیارها و شاخص‌های ارزیابی ساختمان سبز از معیارها و شاخص‌های مورد سنجش در دو مدل لید و بریم، به عنوان دو مدل از متداول‌ترین و شناخته‌شده‌ترین مدل‌های ارزیابی ساختمان‌های سبز بهره گرفته شد. اگرچه معیارهای هشت‌گانه سیستم بریم و معیارهای نه‌گانه سیستم لید و شاخص‌های آن‌ها همپوشانی‌های گسترده‌ای با هم دارند اما تفاوت‌هایی نیز در آن‌ها وجود دارد. لذا جهت اطمینان از روایی معیارها و شاخص‌های استخراجی، از نظرات سه متخصص انرژی معماری بهره گرفته شد. بر این اساس در این پژوهش ۶ معیار اصلی برای ارزیابی ساختمان سبز و شاخص‌های مبین هر کدام به شرح زیر تدقیق گردید:

- معیار یک- سایت: کاهش خطرات اکولوژیکی، کاهش جزایرحرارتی، مدیریت آب، توسعه و حفاظت یا استفاده مجدد از سایت، تسهیلات مشترک با سایت‌های اطراف؛
- معیار دو- انرژی: بهینه‌سازی عملکرد انرژی و طراحی انرژی کارآمد، تأمین سرمایش و گرمایش و روشنایی ایستا، کاهش مصرف انرژی و انتشار کربن، تجهیزات با بهره‌وری انرژی بالا، تولید انرژی‌های تجدیدپذیر؛
- معیار سه- کیفیت محیط داخلی: تأمین کیفیت هوای داخلی، تأمین آسایش حرارتی، تأمین آسایش بصری، تأمین آسایش صوتی، تأمین نور روز، تأمین امنیت، تأمین دید و منظر، استفاده از مصالح با انتشار کم مواد شیمیایی؛
- معیار چهار- حمل‌ونقل: تراکم محیط اطراف و امکان استفاده از وسایل‌نقلیه متنوع، دسترسی به حمل‌ونقل باکیفیت، تسهیلات دوچرخه، وسایل‌نقلیه سبز، کاهش اثرات پارکینگ‌ها، محافظت از زمین‌های ویژه؛
- معیار پنج- بهره‌وری آب: تمهیدات جهت کاهش مصرف آب ساختمان، تمهیدات جهت کاهش مصرف آب سایت، تجهیزات با بهره‌وری بالای آب، مدیریت آب باران؛
- معیار شش- مصالح و منابع: بهره‌وری مصالح، مدیریت زباله حاصل از تخریب و ساخت، طراحی منعطف با طول عمر بیشتر، استفاده از منابع بازیافتی و پایدار، طراحی برای سازگاری و قابلیت تفکیک مصالح قابل بازیافت، کاهش اثرات محیطی در طول چرخه‌حیات ساختمان.

لازم به ذکر است که علاوه بر معیارهای فوق، معیار خلاقیت نیز در دو سیستم لید و بریم وجود دارد که بر اساس آن خلاقیت در جهت تحقق ساختمان سبز در قالب شش معیار فوق مدنظر است. خلاقیت در سیستم لید یکی از معیارها بوده و در سیستم بریم، افزون بر معیارهای دیگر تا حداکثر ۱۰ درصد، امتیاز مازاد دارد. در پژوهش حاضر، در روندی مشابه سیستم بریم، معیار خلاقیت به عنوان معیاری با امتیاز مازاد محسوب شده و در تعیین وزن شاخص‌ها سنجش نشده است.

در گام دوم برای دستیابی به هدف پژوهش که بررسی میزان اهمیت معیارهای ساختمان سبز در ارزیابی طرح‌های دانشجویان معماری توسط استادان است، از نظرات استادان معماری در قالب پاسخ به پرسشنامه بهره برده شد. بر این اساس پرسشنامه‌ای در چهار بخش و متشکل از ۴۵ سوال تدوین شد. بخش اول مربوط به اطلاعات فردی جامعه آماری است که شامل سؤالاتی در خصوص سطح تحصیلات، سابقه تدریس، و رتبه علمی مصاحبه‌شوندگان است. در بخش دوم معیارهای ساختمان سبز و شاخص‌های هر معیار در اختیار پاسخ‌دهندگان قرار گرفت و میزان اهمیت هر کدام از شاخص‌های معماری سبز در نحوه ارزیابی طرح‌های دانشجویان توسط استادان بر اساس مقیاس لیکرت در یک طیف ۵ گزینه‌ای (خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم، و خیلی کم) مورد پرسش قرار گرفت. در بخش سوم به بررسی روش‌های آموزشی بهینه معیارهای معماری سبز در دروس طرح در دوره کارشناسی معماری از نظر

استادان پرداخته شد. در این بخش، ابتدا دو روش برای آموزش معیارهای معماری سبز معرفی شد: روش اول) اختصاص یکی از طرح‌های معماری به آموزش مقدماتی معیارهای معماری سبز و کاربست آن‌ها در طراحی معماری و روش دوم) اختصاص هر طرح به آموزش مقدماتی یک یا چند معیار از معیارهای معماری سبز و کاربست آن‌ها در طراحی معماری. پس از آن از استادان خواسته شد تا از بین دو روش ذکر شده، روش مناسب‌تر را انتخاب کنند. ضمناً، از افرادی که روش دوم را انتخاب کردند خواسته شد تا مشخص نمایند از طرح ۱ تا ۵ و طرح نهایی، هر طرح مناسب آموزش کدام معیار یا معیارهاست. در آخر در بخش آخر، مهم‌ترین موانع بر سر راه آموزش معماری سبز در آموزش دانشگاهی مورد پرسش قرار گرفت. پس از تهیه پرسشنامه، روایی آن بر اساس نظرات ۳ نفر از اعضای هیأت‌علمی رشته معماری و انرژی تأیید گردید. افراد جامعه آماری از استادان طرح ۱ تا ۵ دوره کارشناسی مهندسی معماری در دانشگاه‌های معتبر کشور، شامل دانشگاه تهران، دانشگاه شهید بهشتی، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشگاه شهید رجایی، دانشگاه آزاد تهران مرکز، دانشگاه هنر تهران، دانشگاه شیراز، دانشگاه یزد، دانشگاه اصفهان و دانشگاه فردوسی مشهد انتخاب گردیدند. پرسشنامه به صورت آنلاین در بستر گوگل فرم تهیه و در اختیار افراد قرار گرفت. جامعه آماری این پژوهش از ۲۶ استاد معماری دانشگاه‌های ایران تشکیل شده است. جدول ۱ مشخصات فردی جامعه آماری پژوهش را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات جامعه آماری پژوهش (مأخذ: نگارندگان)

	رتبه دانشگاهی			سابقه تدریس طرح (سال)			سطح تحصیلات		جنس	
	استاد	دانشیار	استادیار	مربی	۱۰ <	۱۰ - ۵	< ۵	کارشناسی ارشد	دکترا		
۱	۶	۷	۰	۴	۷	۳	۲	۱۲	۱۴	زن	
۴	۴	۲	۲	۵	۵	۲	۳	۹	۱۲	مرد	
۵	۱۰	۹	۲	۹	۱۲	۵	۵	۲۱	۲۶	جمع	

در گام بعد برای تحلیل داده‌های پرسشنامه‌ها و وزن‌دهی به معیارها و شاخص‌ها از «روش آنتروپی شانون»[۱۰] و نرم‌افزار اکسل بهره گرفته شد. آنتروپی شانون، یکی از روش‌های معتبر در تصمیم‌گیری چند معیاره و تعیین اوزان نسبی پارامترهاست. در این روش بار اطلاعاتی هر پارامتر و میزان وزن و اهمیت نسبی آن نسبت به پارامترهای دیگر بیان می‌شود و مجموع وزن پارامترها برابر ۱ است (Azar, 2001: 4). در این روش در گام اول ماتریس تصمیم بر اساس پارامترها و پاسخ‌های مرتبط تشکیل و سپس به‌هنجار می‌شود. سپس بر اساس ماتریس جدید با درایه‌های هنجار شده (pij) میزان آنتروپی هر پارامتر با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه می‌شود. در این فرمول‌ها (Ej) آنتروپی هر پارامتر، (dj) درجه انحراف آن، (Wj) وزن نرمال شده هر پارامتر، (m) تعداد پارامترها، (n) تعداد پاسخ‌ها و (k) مقدار ثابت بین صفر و یک برای تعدیل آنتروپی است.

$$E_j = -K\sum_{i=1}^{m}[P_i.l_nP_i], K = \frac{1}{l_nm}$$

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^{m} d_j}, j = 1,2,\dots.,n$$

$$d_j = 1 - E_j, j = 1,2,\dots.,n$$

افزایش در آنتروپی شانون باعث افزایش عدم اطمینان و کاهش اطلاعات در مورد دانش متغیر تصادفی می‌شود. آنتروپی بیان کننده مقدار عدم اطمینان در یک توزیع احتمال پیوسته است و هر چه پراکندگی در مقادیر یک پارامتر بیشتر باشد آن پارامتر از اهمیت بیشتری برخوردار است. مقدار درجه انحراف، بیان کننده میزان اطلاعات آن پارامتر در تصمیم‌گیری بوده و مقادیر نزدیک به یکدیگر پارامترها، به معنای وجود تفاوت اندک میان پارامترهای دیگر است. لذا نقش آن پارامتر در تصمیم‌گیری باید کاهش یابد. علاوه بر این، وزن نرمال شده هر پارامتر، وزن آن را در مقایسه با سایر پارامترها نشان می‌دهد. در مرحله آخر، می‌توان اولویت پارامترها را بر اساس وزن نرمال شده مشخص نمود.

۶- مبانی نظری

طبق تعریف، ساختمان سبز ساختمانی است که در تمام مراحل چرخه‌حیات ساختمان (از طراحی تا ساخت، بهره‌برداری و تخریب) اثرات منفی محیط‌مصنوع بر محیط‌زیست را کم کرده و یا ازبین‌ببرد (Cole, 2019) و تأثیرات مثبتی بر روی اقلیم و محیط طبیعی

خود به‌جای گذارد (World Green Building Council,n.d.).

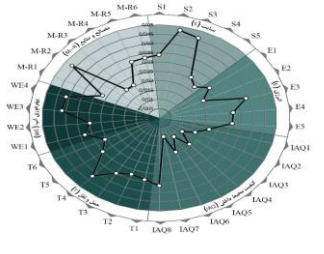
تاکنون سیستم‌های متعددی جهت ارزیابی ساختمان‌های سبز در کشورهای مختلف ایجاد شده است. گرچه مبنای عملکرد همه این سیستم‌ها، ویژگی‌های ساختمان‌های سبز است اما روش ارزیابی، دسته‌بندی معیارها و میزان اهمیت آن‌ها در سیستم‌های مختلف متفاوت است. در کشورهای مختلف، برخی سیستم‌ها بیشتر مورد توجه قرار گرفته و در مواردی به عنوان الگویی برای تعریف سیستم‌های ارزیابی در دیگر کشورها درآمده‌اند. از جمله این سیستم‌ها می‌توان به بریم در انگلستان، لید در آمریکا، کسبی[11] در ژاپن، دی‌جی‌ان‌بی[12] در آلمان، و گرین‌استار[13] در استرالیا اشاره کرد. ازآن‌جاکه در ایران سیستم مشخصی برای ارزیابی ساختمان‌های سبز وجود ندارد، در پژوهش حاضر برای استخراج معیارها و شاخص‌های ساختمان سبز از پارامترهای مورد ارزیابی در دو سیستم بریم و لید، به عنوان دو نمونه از متداول‌ترین سیستم‌ها استفاده شده است.

سیستم بریم می‌تواند برای ارزیابی محیط‌مصنوع در هر مرحله از چرخه‌حیات آن در نظر گرفته شود. سطوح رتبه‌بندی در سیستم بریم در پایین‌ترین سطح قابل قبول می‌باشد و در سطوح بالاتر گواهینامه‌هایی با سطوح خوب، بسیار خوب، عالی و بسیار عالی اعطا می‌نماید. انواع موضوعات محیط‌زیستی شامل ۱۰۰ امتیاز در معیارهای انرژی، سلامت و تندرستی، کاربری زمین، مصالح، مدیریت آلودگی، حمل‌ونقل، زباله، و آب دسته‌بندی و مورد سنجش قرار می‌گیرد. علاوه‌براین، معیار خلاقیت به عنوان امتیازی مازاد بر مجموع امتیازهای قبلی و حداکثر تا ۱۰ درصد امتیازها می‌تواند منظور گردد (BREEAM, 2016).

سیستم لید یکی دیگر از سیستم‌های ارزیابی است که در کشورهای متعدد جهت سنجش ساختمان‌های سبز به‌کار می‌رود. معیارهای مورد ارزیابی در این سیستم برای دستیابی به بهره‌وری انرژی، حفاظت منابع آبی، انتخاب سایت، انتخاب مصالح، نور روز، و کاهش آلودگی تعیین شده است. در سیستم لید مجموع امتیاز معیارهای مختلف ۱۱۰ امتیاز در قالب معیارهای فرآیند منسجم، کیفیت محیط داخلی، انرژی و اتمسفر، حمل‌ونقل، بهره‌وری آب، مصالح و منابع، سایت پایدار، اولویت‌های محلی، و خلاقیت است. در سیستم لید نیز قبل از امتیازدهی به هر معیار، پیش‌نیازهایی ضروری وجود دارد. ساختمان‌ها بر اساس میزان امتیاز نهایی کسب شده در سطوح مورد تأیید، نقره‌ای، طلایی، پلاتینیوم رتبه‌بندی می‌شوند (LEED, 2016).

۷- مطالعات و بررسی‌ها

مقایسه اوزان و اولویت ۳۴ شاخص در کنار یکدیگر نشان می‌دهد که شاخص طراحی سایت با هدف کاهش جزایرحرارتی بیشترین وزن و شاخص تأمین دید و منظر کمترین وزن را داشته و این شاخص‌ها به این ترتیب در رتبه اول و آخر اهمیت قرار می‌گیرند. بنابراین در ارزیابی طرح دانشجویان، شاخص انتخاب سایت با هدف کاهش جزایرحرارتی از بیشترین اهمیت و شاخص تأمین دید و منظر از کمترین اهمیت برخوردارند. از طرف دیگر مقایسه میانگین وزن شاخص‌ها در معیار بهره‌وری آب بیشترین و در معیار کیفیت هوای داخلی کمترین مقدار است. بررسی کلی معیارهای شش‌گانه ارزیابی ساختمان سبز در پژوهش حاضر نشان می‌دهد که رتبه‌بندی و اولویت معیارها بر اساس میانگین وزن دسته به ترتیب شامل یک) بهره‌وری آب، دو) سایت، سه) حمل‌ونقل، چهار) معیار انرژی و معیار مصالح و منابع با امتیاز برابر در رتبه چهارم و پنج) کیفیت محیط داخلی است. بنابراین در ارزیابی طرح دانشجویان، به طور متوسط بیشترین اهمیت را معیار بهره‌وری آب داشته و معیار کیفیت محیط داخلی از کمترین اهمیت برخوردار است. جدول ۲ وزن و رتبه هر معیار و شاخص‌های آن را نمایش می‌دهد. در شکل ۲، وزن شاخص‌ها در هر دسته معیار ارائه شده و نحوه پراکندگی اوزان شاخص‌ها در هر دسته معیار نشان داده شده است.



تصویر ۲. نمودار وزن شاخص‌ها در هر دسته معیار (مأخذ: نگارندگان)

جدول ۲- وزن و رتبه معیارها و شاخص‌های ساختمان سبز در ارزیابی طرح های دانشجویان معماری (مأخذ: نگارندگان)

معیار	شاخص	وزن	رتبه	میانگین وزن دسته/ رتبه
سایت (S)	انتخاب سایت با هدف کاهش خطرات اکولوژیکی (S1)	۰/۰۳۳۹	۱۰	۰/۰۳۵۳ (۲)
	انتخاب سایت با هدف کاهش جزایر حرارتی (S2)	۰/۰۴۷۹	۱	
	توجه به مدیریت آب در سایت (S3)	۰/۰۴۶۱	۳	
	توسعه و حفاظت یا استفاده مجدد از سایت (S4)	۰/۰۲۵۸	۲۳	
	تسهیلات مشترک با سایت‌های اطراف (S5)	۰/۰۲۲۷	۲۴	
انرژی (E)	بهینه‌سازی عملکرد انرژی و طراحی انرژی کارآمد (E1)	۰/۰۲۷۰	۲۰	۰/۰۳۰۰ (۴)
	تأمین سرمایش و گرمایش و روشنایی ایستا (E2)	۰/۰۲۱۰	۲۶	
	کاهش مصرف انرژی و انتشار کربن(E3)	۰/۰۳۸۶	۷	
	تجهیزات با بهره‌وری انرژی بالا (E4)	۰/۰۳۱۸	۱۶	
	تولید انرژی‌های تجدیدپذیر (E5)	۰/۰۳۱۴	۱۷	
کیفیت محیط داخلی (IAQ)	تأمین کیفیت هوای داخلی (IAQ1)	۰/۰۲۲۲	۲۵	۰/۰۱۸۶ (۵)
	تأمین آسایش حرارتی (IAQ2)	۰/۰۱۷۲	۳۱	
	تأمین آسایش بصری (IAQ3)	۰/۰۱۲۲	۳۲	
	تأمین آسایش صوتی (IAQ4)	۰/۰۱۹۱	۳۰	
	تأمین نور روز (IAQ5)	۰/۰۱۱۹	۳۳	
	تأمین امنیت (IAQ6)	۰/۰۱۹۸	۲۹	
	تأمین دید و منظر (IAQ7)	۰/۰۱۰۱	۳۴	
	استفاده از مصالح با انتشار کم مواد شیمیایی (IAQ8)	۰/۰۳۶۴	۸	
حمل‌ونقل (T)	تراکم محیط اطراف و استفاده های متنوع (T1)	۰/۰۳۳۶	۱۱	۰/۰۳۲۸ (۳)
	دسترسی به حمل و نقل با کیفیت (T2)	۰/۰۳۲۴	۱۴	
	تسهیلات دوچرخه (T3)	۰/۰۳۲۴	۹	
	وسایل نقلیه سبز (T4)	۰/۰۴۲۲	۴	
	کاهش اثرات پارکینگ‌ها (T5)	۰/۰۳۰۱	۱۸	
	محافظت از زمین‌های ویژه (T6)	۰/۰۲۵۸	۲۲	
بهره‌وری آب (WE)	تمهیدات جهت کاهش مصرف آب ساختمان (WE1)	۰/۰۳۲۹	۱۲	۰/۰۳۶۴ (۱)
	تمهیدات جهت کاهش مصرف آب سایت (WE2)	۰/۰۲۹۸	۱۹	
	تجهیزات با بهره‌وری بالای آب (WE3)	۰/۰۴۱۷	۵	
	مدیریت آب باران (WE4)	۰/۰۴۱۲	۶	
مصالح و منابع (M-R)	بهره‌وری مصالح (M-R1)	۰/۰۲۶۹	۲۱	۰/۰۳۰۰ (۴)
	مدیریت زباله حاصل از تخریب و ساخت (M-R2)	۰/۰۴۶۶	۲	
	طراحی منعطف با طول عمر بیشتر (M-R3)	۰/۰۲۰۷	۲۸	
	استفاده از منابع بازیافتی و پایدار (M-R4)	۰/۰۲۰۷	۲۷	
	طراحی برای سازگاری و قابلیت تفکیک مصالح قابل بازیافت (M-R5)	۰/۰۳۲۴	۱۵	
	کاهش اثرات محیطی در چرخه‌حیات ساختمان (M-R6)	۰/۰۳۲۹	۱۲	

۸- یافته‌های تحقیق

۸-۱- بهره‌وری آب

ارزیابی معیار بهره‌وری آب به عنوان مهم‌ترین معیار ساختمان سبز در داوری طرح‌های دانشجویان در ۴ شاخص شامل تمهیدات جهت کاهش مصرف آب ساختمان، تمهیدات جهت کاهش مصرف آب سایت، تجهیزات با بهره‌وری بالای آب و مدیریت آب باران انجام شد. نتایج حاصل از آنتروپی شانون نشان می‌دهد که در ارزیابی طرح‌ها توسط استادان، تجهیزات با بهره‌وری بالای آب از بیشترین و تمهیدات جهت کاهش مصرف آب سایت از کمترین اهمیت برخوردار است. اولویت و میزان اهمیت شاخص‌ها در این معیار به ترتیب شامل تجهیزات با بهره‌وری بالای آب، مدیریت آب باران، تمهیدات جهت کاهش مصرف آب ساختمان و تمهیدات جهت کاهش مصرف آب سایت است.

۸-۲-سایت

معیار سایت در ۵ شاخص شامل انتخاب سایت با کاهش خطرات اکولوژیکی، کاهش جزایرحرارتی، مدیریت آب، توسعه و حفاظت یا استفاده مجدد از سایت، تسهیلات مشترک با سایت‌های اطراف مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از آنتروپی شانون نشان می‌دهد که در ارزیابی طرح‌ها توسط استادان، شاخص کاهش جزایرحرارتی از بیشترین و تسهیلات مشترک با سایت‌های اطراف از کمترین اهمیت برخوردار است. اولویت و میزان اهمیت شاخص‌ها در این معیار به ترتیب شامل کاهش جزایرحرارتی، مدیریت آب، کاهش خطرات اکولوژیکی، توسعه و حفاظت یا استفاده مجدد از سایت، تسهیلات مشترک با سایت‌های اطراف است.

۸-۳- حمل‌ونقل

ارزیابی معیار حمل‌ونقل در ۶ شاخص شامل تراکم محیط اطراف و امکان استفاده از وسایل‌نقلیه متنوع، دسترسی به حمل‌ونقل با کیفیت، تسهیلات دوچرخه، وسایل‌نقلیه سبز، کاهش اثرات پارکینگ‌ها و محافظت از زمین‌های ویژه انجام شد. نتایج حاصل از آنتروپی شانون نشان می‌دهد که در ارزیابی طرح‌ها توسط استادان، وسایل‌نقلیه سبز از بیشترین و محافظت از زمین‌های ویژه از کمترین اهمیت برخوردار است. اولویت و میزان اهمیت شاخص‌ها در این معیار به ترتیب شامل وسایل‌نقلیه سبز، تسهیلات دوچرخه، تراکم محیط اطراف و امکان استفاده از وسایل نقلیه متنوع، دسترسی به حمل‌ونقل باکیفیت، کاهش اثرات پارکینگ‌ها و محافظت از زمین‌های ویژه است.

۸-۴- انرژی

ارزیابی معیار انرژی در ۵ شاخص شامل بهینه‌سازی عملکرد انرژی و طراحی انرژی کارآمد، تأمین سرمایش و گرمایش و روشنایی ایستا، کاهش مصرف انرژی و انتشار کربن، تجهیزات با بهره‌وری انرژی بالا و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر انجام شده است. نتایج حاصل از آنتروپی شانون نشان می‌دهد که در ارزیابی طرح‌ها روشنایی ایستا از کمترین اهمیت برخوردار است. اولویت و میزان اهمیت شاخص‌ها در این معیار به ترتیب شامل کاهش مصرف انرژی و انتشار کربن، تجهیزات با بهره‌وری انرژی بالا، تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، بهینه‌سازی عملکرد انرژی و طراحی انرژی کارآمد، تأمین سرمایش و گرمایش و روشنایی ایستا است.

۸-۵- مصالح و منابع

ارزیابی معیار مصالح و منابع در ۶ شاخص شامل بهره‌وری مصالح، مدیریت زباله حاصل از تخریب و ساخت، طراحی منعطف با طول عمر بیشتر، استفاده از منابع بازیافتی و پایدار، طراحی برای سازگاری و قابلیت تفکیک مصالح قابل بازیافت و نیز کاهش اثرات محیطی در طول چرخه‌حیات ساختمان انجام شده است. نتایج حاصل از آنتروپی شانون نشان می‌دهد که در ارزیابی طرح‌های دانشجویی توسط استادان، مدیریت زباله حاصل از تخریب و ساخت از بیشترین و طراحی منعطف با طول عمر بیشتر از کمترین اهمیت برخوردار است. اولویت و میزان اهمیت شاخص‌ها در این معیار به ترتیب شامل مدیریت زباله حاصل از تخریب و ساخت، کاهش اثرات محیطی در طول چرخه‌حیات ساختمان، طراحی برای سازگاری و قابلیت تفکیک مصالح قابل بازیافت، بهره‌وری مصالح، استفاده از منابع بازیافتی و پایدار و نهایتا طراحی منعطف با طول عمر بیشتر است.

۸-۶- کیفیت محیط داخلی

ارزیابی معیار کیفیت محیط داخلی به عنوان آخرین معیار در داوری طرح‌های دانشجویی در ۸ شاخص شامل تأمین کیفیت هوای داخلی، تأمین آسایش حرارتی، تأمین آسایش بصری، تأمین آسایش صوتی، تأمین نور روز،

تأمین امنیت، تأمین دید و منظر، استفاده از مصالح با انتشار کم مواد شیمیایی انجام شد. نتایج حاصل از آنتروپی شانون نشان می‌دهد که در ارزیابی طرح‌ها توسط استادان، شاخص استفاده از مصالح با انتشار کم مواد شیمیایی از بیشترین و تأمین دید و منظر از کمترین اهمیت برخوردار است. اولویت و میزان اهمیت شاخص‌ها در این معیار به ترتیب شامل استفاده از مصالح با انتشار کم مواد شیمیایی، تأمین کیفیت هوای داخلی، تأمین امنیت، تأمین آسایش صوتی، تأمین آسایش حرارتی، تأمین آسایش بصری، تأمین نور روز و در نهایت تأمین دید و منظر است.

جدول ۳- تحلیل شاخص‌های مبین معیارهای ۸ گانه (مأخذ: نگارندگان)

مدیریت آب باران	تجهیزات با بهره‌وری بالای آب	تمهیدات جهت مصرف آب سایت	کاهش تمهیدات جهت کاهش مصرف آب ساختمان	شاخص‌های بهره‌وری آب تحلیل
۰/۹۶۲۶	۰/۹۶۲۲	۰/۹۷۳۰	۰/۹۷۰۲	آنتروپی هر شاخص (Ej)
۰/۰۳۷۴	۰/۰۳۷۸	۰/۰۲۷۰	۰/۰۲۹۸	درجه انحراف (dj)
۰/۲۸۳۱	۰/۲۸۶۶	۰/۲۰۴۴	۰/۲۲۵۹	وزن نرمال شده (Wj)
۲	**۱**	**۴**	**۳**	**رتبه**
تسهیلات مشترک با سایت‌های اطراف	توسعه و حفاظت یا استفاده مجدد از سایت	مدیریت آب	کاهش جزایر حرارتی	کاهش خطرات اکولوژیکی	شاخص‌های سایت تحلیل
۰/۹۷۹۴	۰/۹۷۶۶	۰/۹۵۸۲	۰/۹۵۶۵	۰/۹۶۹۲	آنتروپی هر شاخص (Ej)
۰/۰۲۰۶	۰/۰۲۳۴	۰/۰۴۱۸	۰/۰۴۳۵	۰/۰۳۰۸	درجه انحراف (dj)
۰/۱۲۸۵	۰/۱۴۶۱	۰/۲۶۱۴	۰/۲۷۱۷	۰/۱۹۲۳	وزن نرمال شده (Wj)
۵	**۴**	**۲**	**۱**	**۳**	**رتبه**
محافظت از زمین‌های ویژه	کاهش اثرات پارکینگ‌ها	وسایل نقلیه سبز	تسهیلات دوچرخه	دسترسی به حمل‌ونقل با کیفیت	تراکم محیط اطراف و امکان استفاده از وسایل‌نقلیه متنوع	شاخص‌های حمل‌ونقل تحلیل
۰/۹۷۶۶	۰/۹۷۲۷	۰/۹۶۱۷	۰/۹۶۸۴	۰/۹۷۰۶	۰/۹۶۹۵	آنتروپی هر شاخص (Ej)
۰/۰۲۳۴	۰/۰۲۷۳	۰/۰۳۸۳	۰/۰۳۱۶	۰/۰۲۹۴	۰/۰۳۰۵	درجه انحراف (dj)
۰/۱۴۸۹	۰/۱۷۳۹	۰/۲۴۳۷	۰/۲۰۱۲	۰/۱۸۷۲	۰/۱۹۴۰	وزن نرمال شده (Wj)
۶	**۵**	**۱**	**۲**	**۴**	**۳**	**رتبه**
تولید انرژی‌های تجدیدپذیر	تجهیزات با بهره‌وری انرژی بالا	کاهش مصرف انرژی و انتشار کربن	تأمین سرمایش و گرمایش روشنایی ایستا	بهینه سازی عملکرد انرژی و طراحی انرژی کارآمد	شاخص‌های انرژی تحلیل
۰/۹۷۱۵	۰/۹۷۱۲	۰/۹۶۵۰	۰/۹۸۱۰	۰/۹۷۵۵	آنتروپی هر شاخص (Ej)
۰/۰۲۸۵	۰/۰۲۸۸	/۰۳۵۰	۰/۰۱۹۰	۰/۰۲۴۵	درجه انحراف (dj)

وزن نرمال شده (Wj)	۰/۱۸۰۲	۰/۱۳۹۹	۰/۲۵۷۷	۰/۲۱۲۳	۰/۲۰۹۸	
رتبه	**۴**	**۵**	**۱**	**۲**	**۳**	
شاخص‌های مصالح و منابع تحلیل	بهره‌وری از مصالح و زباله حاصل تخریب و مدیریت ساخت	طراحی منعطف با طول عمر بیشتر	استفاده از منابع بازیافتی و پایدار	طراحی برای سازگاری و قابلیت تفکیک مصالح قابل بازیافت	کاهش اثرات محیطی در طول چرخه‌حیات ساختمان	
آنتروپی هر شاخص (Ej)	۰/۹۷۵۶	۰/۹۵۷۷	۰/۹۸۱۳	۰/۹۷۰۶	۰/۹۷۰۲	
درجه انحراف (dj)	۰/۰۲۴۴	۰/۰۴۲۳	۰/۰۱۸۷	۰/۰۲۹۴	۰/۰۲۹۸	
وزن نرمال شده (Wj)	۰/۱۸۲۵	۰/۳۱۶۷	۰/۱۴۰۴	۰/۱۴۰۵	۰/۲۱۹۹	۰/۲۲۳۵
رتبه	**۴**	**۱**	**۶**	**۵**	**۳**	**۲**
شاخص‌های کیفیت محیط داخلی تحلیل	تأمین کیفیت هوای داخلی	تأمین آسایش حرارتی	تأمین آسایش بصری	تأمین آسایش صوتی	تأمین نور روز	تأمین امنیت	تأمین دید و منظر	استفاده از مصالح با انتشار کم مواد شیمیایی
آنتروپی هر شاخص (Ej)	۰/۹۷۹۹	۰/۹۸۴۴	۰/۹۸۸۹	۰/۹۸۲۷	۰/۹۸۹۲	۰/۹۸۲۱	۰/۹۹۰۹	۰/۹۶۶۹
درجه انحراف (dj)	۰/۰۲۰۱	۰/۰۱۵۶	۰/۰۱۱۱	۰,۰۱۷۳	۰/۰۱۰۸	۰/۰۱۷۹	۰/۰۰۹۱	۰/۰۳۳۱
وزن نرمال شده (Wj)	۰/۱۴۹۰	۰/۱۱۵۶	۰/۰۸۲۲	۰/۱۲۸۳	۰/۰۷۹۹	۰/۱۳۲۷	۰/۰۶۷۵	۰/۲۴۴۷
رتبه	**۲**	**۵**	**۶**	**۴**	**۷**	**۳**	**۸**	**۱**

۸-۷- امکان سنجی تدریس معیارهای ساختمان سبز در دروس طراحی معماری

از میان دو روش پیشنهادی برای آموزش معیارهای معماری سبز در دروس طرح در دوره کارشناسی معماری ۵۸٪ درصد از استادان روش اول (اختصاص یکی از طرح‌های معماری به آموزش مقدماتی معیارهای معماری سبز و کاربست آن‌ها در طراحی معماری) و ۴۲٪ روش دوم (اختصاص هر طرح به آموزش مقدماتی یک یا چند معیار از معیارهای معماری سبز و کاربست آن‌ها در طراحی معماری) را انتخاب کردند. جدول ۴ نشان می‌دهد که از نظر استادانی که روش اول را برگزیده‌اند، کدام درس طرح معماری برای آموزش مقدماتی معیارهای معماری سبز مناسب‌تر تشخیص داده شده است. چنان که در این جدول قابل مشاهده است، اکثریت کسانی که روش اول را برگزیده بودند، دو درس طرح ۴ و طرح ۵ را برای این منظور مناسب دانسته و هیچ یک از آن‌ها طرح یک را انتخاب نکرده‌اند.

جدول ۵ نشان می‌دهد که از نظر استادانی که روش دوم را برگزیده‌اند، هر طرح برای آموزش کدام یک از معیارهای معماری سبز مناسب‌تر است. تحلیل داده‌های ارائه شده در این جدول نشان می‌دهد که «طرح نهایی» به عنوان مناسب‌ترین درس برای آموزش اکثر معیارهای ساختمان سبز انتخاب شده است. به این ترتیب مناسب‌ترین دروس جهت آموزش «معیار سایت پایدار»، به ترتیب طرح نهایی و طرح ۵ و جهت آموزش «معیار انرژی»، به ترتیب طرح نهایی و طرح‌های ۴ و ۳ است. این ترتیب در مورد «معیار کیفیت محیط داخلی»، دروس طرح نهایی و طرح ۲ و جهت «معیار حمل و نقل»، طرح

نهایی و طرح ۵ بیان شده است. همچنین درس طرح نهایی، مناسب‌ترین طرح جهت آموزش دو «معیار بهره‌وری آب» و «معیار مصالح و منابع» اعلام است. به این ترتیب درس طرح نهایی از بیش‌ترین پتانسیل جهت آموزش معیارهای ساختمان سبز برخوردار است.

جدول ۴- طرح معماری مناسب برای آموزش معیارهای معماری سبز (مأخذ: نگارندگان)

نام درس	طرح ۱	طرح ۲	طرح ۳	طرح ۴	طرح ۵	طرح نهایی
تعداد پاسخ	۰	۲	۱	۵	۵	۲
درصد	٪۰	٪۱۳٫۳	٪۶٫۷	٪۳۳٫۳	٪۳۳٫۳	٪۱۳٫۳

تحلیل پاسخ‌ها به آخرین پرسش حاکی از آن است که مهم‌ترین موانع پرداختن به معماری سبز در آموزش دانشگاهی ایران به ترتیب عبارتند از: «توجه ناکافی به معماری سبز در سرفصل دروس طراحی دوره کارشناسی»، «دانش ناکافی استادان درباره معماری سبز»، «تصور اشتباه استادان از سطح دانش خود در زمینه معماری سبز»، «لازم ندانستن آگاهی نسبت به معماری سبز برای دانش‌آموخته کارشناسی»، «آگاهی ناکافی درباره ضرورت و اهمیت معماری سبز» است. به‌این‌ترتیب «توجه ناکافی به معماری سبز در سرفصل دروس طراحی دوره کارشناسی» به عنوان مهم‌ترین مانع پرداختن به معماری سبز، شناسایی شده و ضروریست در بازنگری سرفصل دروس مورد توجه قرار گیرد.

جدول ۵- دروس طراحی مناسب برای آموزش معیارهای مختلف معماری سبز (مأخذ: نگارندگان)

طرح نهایی	**طرح ۵**	**طرح ۴**	**طرح ۳**	**طرح ۲**	**طرح ۱**	**دروس طراحی معماری / معیارهای ساختمان سبز**
۱۱	۸	۳	۴	۳	۴	**سایت پایدار**
۱۱	۳	۸	۶	۲	۲	**انرژی**
۱۱	۴	۲	۴	۷	۵	**کیفیت محیط داخلی**
۱۱	۹	۳	۳	۱	۲	**حمل و نقل**
۸	۳	۴	۰	۴	۱	**بهره‌وری آب**
۸	۳	۴	۲	۲	۱	**مصالح و منابع**
۰	۰	۰	۰	۰	۱	**هیچکدام**

(اعداد جدول نمایشگر تعداد تکرار انتخاب یک درس است.)

۹- نتیجه تحقیق

نظر به اهمیت توجه به آموزش اصول ساختمان‌های سبز به دانشجویان معماری و برانگیختن حساسیت آن‌ها در کاربست این اصول در طراحی معماری، در این مقاله میزان اهمیت معیارهای ساختمان سبز در ارزیابی استادان از طرح‌های دانشجویی کارشناسی معماری مورد پرسش قرار گرفت. از آن جا که درحال‌حاضر در ایران سیستم مشخصی برای ارزیابی ساختمان‌های سبز وجود ندارد، ۶ معیار و ۳۴ شاخص مشترک در دو سیستم لید و بریم به عنوان ملاک سنجش ساختمان‌های سبز تعیین گردید.

نتایج پژوهش نشان می‌دهد که مدرسین طرح‌های معماری از میان ۶ معیار تعیین شده، «بهره‌وری آب» را به عنوان مهم‌ترین معیار و «کیفیت محیط داخلی» را به عنوان کم اهمیت‌ترین معیار و نیز از میان ۳۴ شاخص مبین ساختمان سبز، «طراحی سایت با هدف کاهش جزایر حرارتی» را به عنوان مهم‌ترین شاخص و «تأمین دید و منظر» را به عنوان کم اهمیت‌ترین شاخص در داوری یک طرح دانشجویی مورد توجه قرار می‌دهند. با وجود تفاوت در میزان توجه به معیارها، بررسی میانگین وزن هر معیار نشان می‌دهد که اختلاف اندکی در توجه به معیارهای مختلف وجود دارد.

یکی از دلایل اختصاص بیشترین وزن به معیار بهره‌وری آب توسط اساتید را میتوان شرایط فعلی کشور از منظر قرار گرفتن در معرض خشکسالی و بحران کم‌آبی بیان نمود. مقایسه وزن و اولویت معیارها با سیستم‌های ارزیابی جهانی نشان می‌دهد که از منظر جامعه آماری پژوهش، دو معیار انرژی و حمل و نقل از اهمیت کمتری برخوردار هستند. این درحالیست که در اغلب کشورها، این دو معیار در اولویت‌های اول معیارها قرار داشته و از وزن بیشتر برخوردار هستند. یکی از دلایل احتمالی این موضوع می‌تواند پرداخت هزینه کمتر برای منابع انرژی و حمل‌ونقل در ایران ذکر شود. از طرف دیگر، وجود تفاوت قابل توجه در وزن معیار کیفیت فضای داخلی در مقایسه با دیگر معیارها، نشانه توجه اندک به این مقوله در ارزیابی طرح‌ها بوده و ضعف آموزش معماری را در این زمینه نشان می‌دهد.

بر اساس نتایج پژوهش، درس طرح نهایی از بیش‌ترین پتانسیل جهت آموزش معیارهای ساختمان سبز برخوردار می‌باشد؛ این در حالی است که توجه ناکافی به معماری سبز در سرفصل دروس طراحی دوره کارشناسی مهم‌ترین مانع پرداختن به معماری سبز در آموزش دانشگاهی در ایران می‌باشد. از این رو لازم است که آموزش اصول ساختمان سبز در بازنگری سرفصل دروس طراحی معماری دوره کارشناسی معماری (به ویژه طرح نهایی) مورد توجه قرار گیرد.

لازم به ذکر است که انجام پژوهش با محدودیت‌هایی مواجه بوده است. از جمله این محدودیت‌ها می‌توان به نداشتن نمونه آماری از همه دانشگاه‌های کشور اشاره نمود. محدودیت دیگر آن بود که در ایران سیستم ویژه‌ای برای ارزیابی ساختمان‌های سبز وجود ندارد؛ بنابراین استخراج معیارها و شاخص‌ها از سیستم‌های بین‌المللی صورت گرفت. در این مقاله ترتیب معیارها و شاخص‌ها بر اساس وضع موجود آموزش معماری در ایران استخراج شده و الزاماً با نیازهای واقعی کشور هماهنگ نمی‌باشد. از این رو جهت انجام پژوهش‌های آتی، اولویت‌بندی معیارها و شاخص‌ها مبتنی بر نیازهای واقعی کشور در زمینه حرکت به سمت طراحی و اجرای ساختمان‌های سبز و تحقق اهداف توسعه‌پایدار پیشنهاد می‌گردد. در این صورت مبتنی بر نتایج چنین تحقیقاتی می‌توان پیشنهاداتی در زمینه اصلاح احتمالی اولویت‌بندی آموزش معیارها و شاخص‌های ساختمان سبز ارائه نمود. علاوه بر این در پژوهش‌های آتی، ارزیابی تأثیر سطح دانش استادان در حوزه معماری سبز بر سنجش طرح‌های دانشجویان از طریق مقایسه تطبیقی دو گروه استادان با دانش تخصصی در زمینه ساختمان‌های سبز و گروه استادان با دانش عمومی می‌تواند مورد تحقیق قرار گیرد. علاوه بر این مقایسه، اهمیت و اولویت معیارهای ساختمان سبز از دیدگاه دو گروه استادان معماری و معماران حرفه‌ای نیز امکان انجام پژوهشی دیگر را در آینده میسر می‌سازد. بررسی دلایل توجه اندک به کیفیت محیط داخلی در ارزیابی طرح‌ها و روش‌های بهینه افزایش آگاهی مدرسین نسبت به اصول ساختمان‌های سبز و ضرورت توجه به آن‌ها در آموزش معماری، از دیگر موضوعاتی هستند که می‌توانند در پژوهش‌های آتی مورد توجه قرار گیرند.

۱۰- تشکر و قدردانی

از همه اساتید محترمی که با پرکردن پرسشنامه، ما را در انجام این تحقیق یاری رساندند تشکر می‌کنیم.

۱۱- پی‌نوشت‌ها

1- Tempa
2- LEED
3- BREAM
4- CASBEE
5- GB Tool
6- University od Aarhus
7- Auckland
8- University of Texas at San Antonio
9- Cardenal Herrera University
10- Shannon Entropy Method
11- CASBEE
12- DGNB
13- Green Star

۱۲- منابع فارسی و لاتین

- احمدی، جواد، محسن فیضی، و معصومه احمدی. ۱۳۹۵. بررسی جایگاه و اهمیت دروس پایداری رشته معماری در مقطع کارشناسی. *هویت شهر* ۱۰(۲): ۸۵-۹۸.
https://hoviatshahr.srbiau.ac.ir/article_9434.html?lang=en
- ایرانمنش، محمد، و الهام خواجه‌پور. ۱۳۹۳. آموزش معماری پایدار یا آموزش پایدار معماری. *هنرهای زیبا: معماری شهرسازی* ۱۹(۱): ۸۳-۹۲.
https://jfaup.ut.ac.ir/article_55380.html?lang=fa
- حسینی، سید باقر، سید مجید مفیدی شیرانی، و حسین مدی. ۱۳۸۷. آموزش معماری پایدار در ایران، موانع و گرایش‌ها. *مجله فناوری و آموزش* ۲(۳): ۲۱۳-۲۲۱.
https://jte.sru.ac.ir/article_1294.html?lang=fa
- خاتمی، سید محمد جعفر ، و محمد حسین فلاح. ۱۳۸۹. جایگاه آموزش پایداری در معماری و ساختمان. *صفه* ۵۰: ۲۱-۳۴.

https://soffeh.sbu.ac.ir/article_100382.html

- رئیسی، زهرا، و مرتضی نیکروان. ۱۳۹۵. بررسی و مقایسه سیستم‌های متداول امتیازدهی ساختمان‌ها بر اساس شاخص‌های پایداری و مقایسه با مقررات ملی کشور. *نشریه معماری اقلیم گرم و خشک* ۴(۴): ۱-۱۴.

http://smb.yazd.ac.ir/article_939.html

- سامه، رضا، و عباسعلی ایزدی. ۱۳۹۳. سازوکار داوری و سنجش طراحی در آموزش معماری پیشنهاد مدلی برای ارزیابی فرآیند و ارزشیابی طرح در تعامل استاد و دانشجو. *هنر و معماری (معماری و شهرسازی ایران)* ۵(۲): ۱-۱۳.

http://www.isau.ir/article_61988.html?lang=en

- شبیری، سید محمد، آلاله قائمی، و پونه قائمی. ۱۳۹۲. بررسی روند آموزش محیط زیست در برنامه‌های پنج ساله توسعه کشور و اراه راهکارهای مناسب جهت آموزش محیط زیست. *آموزش محیط زیست و توسعه پایدار* ۱(۴): ۲۹-۴۰.

http://journals.pnu.ac.ir/article_895.html

- عزیزی، شادی. ۱۳۸۹. ضرورت نظام منعطف آموزش معماری در راستای پاسخگویی به چالش‌های جهانی و بومی پایداری. *هویت شهر* ۴(۷): ۴۳-۵۲.

http://hoviatshahr.srbiau.ac.ir/article_1134.html?lang=fa

- غفاری، سعید، و حمیدرضا عباسیان جهرمی. ۱۳۹۸. ارزیابی شرایط عمومی پیمان از منظر تطابق با مفاهیم ساختمان‌های سبز و ارائه راهکارهایی به منظور بهبود آن. *مهندسی عمران شریف* ۲-۳۵(۱): ۴۷-۵۷.

https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=506826

- محمدپور زرندی، حامد، مجید عباسپور طهرانی فرد، و رضا ارجمندی. ۱۳۹۵. تدوین راهبردهای مدیریتی برای توسعه ساختمان‌های سبز (مطالعه موردی: منطقه ۱ شهرداری تهران). *اقتصاد: اقتصاد و مدیریت شهری* ۴(۱۶): ۷۱-۸۶.

http://iueam.ir/article-۵۴۶-۱-fa.html

- محمدی، مهدی، و فهیمه عزیزپور. ۱۳۹۲. ارزیابی تناسب برنامه درسی تدوین‌شده زیست‌محیطی در رشته‌های مهندسی عمران، معماری و کشاورزی با معیارهای توسعه پایدار زیست محیطی. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران* ۱۵(۵۹): ۷۵-۹۲.

http://ijee.ias.ac.ir/article_3960.html?lang=fa

- وزارت مسکن و شهرسازی. ۱۳۸۹. *مقررات ملی ساختمان ایران مبحث نوزدهم صرفه‌جویی در مصرف انرژی*. نشر توسعه ایران. تهران.

https://inbr.ir/wp-content/uploads/2016/08/mabhas-19.pdf

- Abbaszadeh, S. L. Zagreus, D. Leher, and C. Huizenga. 2006. Occupant satisfaction with indoor environment al quality in green

https://escholarship.org/uc/item/9rf7p4bs

- Buildings. *Proceesings of Health Buildnigs* 3: 365-370.

http://escholarship.org/uc/item/9rf7p4bs

- Azar, A. 2001. Developing of Shannon Entropy Method in Content Analysis. *Al-Zahra University, Journal of Humanities* 11(37, 38): 1-18.

https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=21699

- Boarin, P., A. Martinez-Molina, and I. Juan-Ferruses. 2020. Understanding students' perception of sustainability in architecture education: A comparison among universities in three different countries. *Cleaner Production*248 (119237):1-17.

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619341071

- Gaulmyn, C., and K. Dupre. 2019. Teaching sustainable design in architecture education: Critical review of easy approach for sustainable and environmental design (EASED). *Frontiers of Architectural Research* 8(2): 238-260.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S209526351930010X
- Hikmat, H.A., and S.F. Al Nsairat. 2009. Developing a green building assessment tool for developing countries-case of Jordan. *Building and Environment* 44(5):1053-1064.
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132308001868
- Hoang, C.P., K.A. Kinney, and R.L. Crosi. 2009. Ozone removal by green building. *Building and Environment* 44(8): 1627- 1633.
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132308002527
- LEED. 2016. Checklist: LEED v4 for Building Design and Construction. Retrieved from https://www.usgbc.org/resources/checklist-leed-v4-building-design-and-construction(accessed jun 2020)
- Li, H., J. Yang, Y. Li, and N. Mo. 2014. Architecture design teaching reform research based on green building concepts. *Applied Mechanics and Materials* 584-586:2718-2721.
https://www.scientific.net/AMM.584-586.2718
- Taleghani, M., H.R. Ansari, and & P. Jennings. 2011. Sustainability in architecture education: A comparison of Iran and Australia. *Renewable Energy* 36(7):2021-2025.
- BREEAM. 2016. BREEAM International New Construction 2016.
https://www.breeam.com/BREEAMInt2016SchemeDocument/(accessed July 2020).
- Cam, C.N., and B.L. Ong. 2005. *Building environmental assessment tools and the multidimensional pathways towards sustainable architecture*. Paper presentation. The 2005 world sustainable building conference, Tokyo, Japan
https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB3760.pdf
- Chini, A. R. and E. Nasri. 2010. Sustainable development, engineering education and Iranian academe: Strategies and related issues. *Journal of Faculty of Engineering* 43(2): 191-198.
https://jfe.ut.ac.ir/article_20378_en.html
- Cole, B.L. 2019. Green building literacy: a framework for advancing green building education. *International Journal of STEM Education* 6(18): 1-13. https://www.researchgate.net/publication/333467982_Green_building_literacy_a_framework_for_advancing_green_building_education
- Dias, R.A., C.R. Mattos, and J.A.P. Balestieri. 2004. Energy education: breaking up the rational energy use barriers. *Energy Policy* 32: 1339-1347.
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421503001009
- Donovan, E., and A. Holder. 2016. *How architecture students gain and apply knowledge of sustainable architecture*. [Paper presentation]. Central Europe towards Sustainable Building, Prague.
https://www.researchgate.net/publication/309583928

future agenda: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 30(C):271-28. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S136403211300720X

https://research.tudelft.nl/en/publications/sustainability-in-architectural-education-a-comparison-of-iran-an

- World Green Building Council. What is the green building? Retrieved from https://www.worldgbc.org/what-green-building(accessed July 2020)
- Zuo, L., and Z.Y. Zhao. 2014. Green building research-current status and

۱۳- چکیده تصویری