

نخستین کنفرانس ملی به سوی شهرسازی و معماری دانش بنیان ۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

توسعه معماری دانش بنیان با بکارگیری مواد بازیافتی و ضایعات در ساخت و ساز

آتنا طالقانی^۱، مینا کبوردآهنگی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات واحد تهران
Atena.tlgni@gmail.com

^۲ استادیار دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات واحد تهران

چکیده

در عصر حاضر محیط زیست بیش از پیش در معرض خطر قرار دارد و توجه به آن یکی از مسائل مهم دنیای امروز بوده و تولید زباله یکی از معضلاتی است که به محیط زیست آسیب‌های جبران ناپذیری وارد می‌کند. در سال‌های اخیر هزینه ساخت و تخریب ساختمان‌ها و زباله‌های تولید شده از آنها به میزان قابل توجهی گسترش یافته و این موضوع مشکلات زیست محیطی را چند برابر کرده است. برای به حداقل رساندن این مشکلات، در معماری می‌توان با بکارگیری تکنولوژیهای دانش بنیان، مواد بازیافتی و دورریز را که قابلیت استفاده مجدد دارند فراوری کرده و به عنوان مصالح ساختمانی مجدداً مورد استفاده قرار داد. این رویکرد می‌تواند علاوه بر کاهش میزان زباله در محیط، منجر به کاهش هزینه‌های ساخت و ساز ساختمان‌ها شود. در این مطالعه به بررسی استفاده از مواد بازیافتی و ضایعاتی که قابلیت استفاده مجدد دارند در معماری پرداخته شده، و با ذکر چند نمونه موردی در دنیا پتانسیل استفاده از این مواد در توسعه معماری دانش بنیان و پایداری هرچه بیشتر بناها تشریح شده است.

کلمات کلیدی

بازیافت، مصالح بازیافتی، پایداری، محیط زیست، معماری دانش بنیان

و افزایش استفاده از پتانسیل بازیافت مصالح را می‌توان نام برد. در ساختمان‌های پایدار، انرژی نهفته ساختمان از موارد مهم و قابل توجهی است که باید در نظر گرفته شود. بنابراین، توجه به مصالح مصرفی ساختمان نیز اهمیت دارد [10]. مسئله بازیافت، فرصتی است برای کاهش انرژی نهفته که با استفاده از مصالح قابل بازیافت محقق می‌شود [11]. منظور از انرژی نهفته، انرژی است که در طول تمام فرآیندهای مرتبط با تولید یک ساختمان آزاد می‌شود، که شامل استخراج و پردازش از منابع طبیعی تا تولید، حمل و نقل و تحویل محصول است. عامل مهمی که باعث کاهش تاثیرات انرژی نهفته می‌شود، طراحی ساختمان‌هایی با عمر طولانی و بادوام است که مطابق با هر شرایطی قابل تغییر و انطباق باشد و از آنجا که مقدار این انرژی با توجه به مصالح مختلف متفاوت است باید دقت کافی در انتخاب مصالح

۱- مقدمه

در جهان امروز رشد روزافزون جمعیت و استفاده بی‌رویه از منابع فسیلی، باعث نابودی و از بین رفتن این منابع می‌شود. این موضوع باعث شده تا تمام کشورهای پیشرفته در صدد استفاده از منابع جایگزین برای سوخت‌های فسیلی باشند، و همچنین این مسئله، در زمره موضوعات جدی و مهم در تحقیقات محققین و دانشمندان قرار گرفته است. علاوه بر مشکلات جدی که در نتیجه ساخت و ساز امروزی معماری به وجود آمده، هزینه بالای ساخت و مصالح نیز به این مشکلات افزوده شده [5]. یکی از اهداف اصلی ساخت ساختمان‌های پایدار، کاهش مصرف انرژی است و برای رسیدن به این هدف باید به مواردی توجه شود که از آن جمله، کاهش استفاده از منابع طبیعی

نخستین کنفرانس ملی به سوی شهرسازی و معماری دانش بنیان ۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

مصالح بازیافتی، معمولاً مواد دست دوم و زباله های تمیز هستند که برای تهیه آنها از قسمت های ارزشمند و قابل استفاده مواد استفاده می شود. ولی به هر حال مواد به دست آمده با این روش کیفیت پایین تری نسبت به مصالح اصلی دارد. امروزه استفاده از مصالح بازیافتی با توجه به اصول معماری پایدار بسیار مورد توجه قرار گرفته است [۵].

۲-۱- فواید بازیافت:

استفاده از این روش اگرچه مشکلاتی را به همراه دارد ولی فوایدی نیز دارد که باعث می شود طراحان بیش از پیش به این مسئله روی آورند [16]:

- ا. کاهش میزان ضایعاتی که برای دفن و سوزاندن فرستاده می شوند.
 - ب. حفظ منابع طبیعی از قبیل چوب، آب و منابع معدنی
 - ج. پیشگیری از آلودگی از طریق کاهش نیاز به جمع آوری مواد خام
 - د. صرفه جویی در انرژی
 - ه. کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه ای که در تغییر آب و هوا نقش دارد
 - و. کمک به پایداری محیط زیست برای تولیدهای آینده
- روزانه میلیون ها تن زباله به محل های دفن زباله ریخته می شوند و بدون استفاده رها می شوند. اما زمانی که خلاقیت با این کار پیوند می خورد، زباله می تواند تبدیل به مصالحی برای ساختمان شود. صنعت ساختمان یکی از آلوده ترین صنایع در جهان است، بنابراین معماران معاصر می توانند با استفاده از زباله، و بیشتر از آن با ابتکار و خلاقیت نقش اساسی در ساخت ساختمان هایی داشته باشند که مفید، تخیلی و زیبا باشند [9].

۳- بازیافت و معماری

یکی از عوامل مهم و قابل توجه در کاهش مصرف انرژی و توسعه پایدار، انتخاب مصالح ساختمانی است. در تولید مصالح ساختمانی، سالانه سه میلیون تن مصالح خام مصرف می شود که این موضوع نیز عواقبی را در پی دارد. استخراج مواد خام، فرآیندهای عمل آوری و حمل و نقل مواد در مراحل ساخت، تاثیرات قابل توجهی بر محیط می گذارد که شامل آسیب رساندن به نظام های اکولوژیکی، استفاده از منابع انرژی و آبی، نشر آلاینده های هوا و گازهای گلخانه ای می باشد. از طرف دیگر، پیشبینی می شود تا سال ۲۰۳۵، ۷۵ درصد از ساختمان های موجود، جایگزین یا بازسازی خواهند شد که در نتیجه آن تولید نخاله های ساختمانی افزایش می یابد و عواقب نامطلوب و جبران ناپذیری بر محیط زیست دارد. در نتیجه این مسائل و در جهت حل

و روش های ساخت به عمل آید [14]. مسئولیت معماری نسبت به شهر، به دلیل حجم و تاثیری که دارد، بسیار قابل توجه است. همانطور که گراهام اشاره می کند: "هر ساخته معمارانه بدون در نظر گرفتن اندازه آن - کوچک یا بزرگ به زمین متصل است، به طبیعت برای منابع وابسته است، موجب تغییرات محیطی می شود، بر زندگی انسانی و غیر انسانی تاثیر می گذارد. از آنجایی که بخشی از مشکل معمارانه است، پس راه حل هم باید معمارانه باشد، مثل طراحی بر اساس اصول اکولوژیکی و پایداری، گسترش و استفاده از مصالح و تکنولوژی های پیشرفته سبز، ترویج و اصرار بر ساختمان هایی با کارایی بالا" [۱].

طراحی هر ساختمان باید به گونه ای باشد که کمتر از منابع جدید استفاده کند و در پایان عمر خود، از طریق پسماند های تولید شده بتواند منبعی را برای ساخت سازه های دیگر ایجاد کند. این منبع جدید می تواند از طریق بازیافت مصالح یا فضاهای بازیافتی ایجاد شود. زمانی که منابع جدید به میزان لازم در دسترس نباشند، می توان به روش هایی رسید که استفاده از ساختمان های قدیمی تر را به عنوان منابع جدیدتر ممکن می کند. با اینکه این روش ها هزینه ها و مشکلاتی را در پی دارند، مزایای حاصل از آنها درون یک محیط شهری می تواند بر این مشکلات و هزینه ها غلبه کند. نوسازی و بازسازی ساختمان های موجود در شهرها همچنین می تواند موجب حفاظت از منابع مورد استفاده جهت تخریب و بازسازی ساختمان و در نتیجه جلوگیری از تخریب محیط شهری شود [۶].

۲- بازیافت و مصالح بازیافتی

بازیافت، فرآیندی است که طی آن، مواد در پایان طول عمر خود مجدداً پردازش می شوند و به چرخه زندگی بازگردانده می شوند. مواد بازیافتی را "مواد ثانویه" نیز می نامند که در تقابل با "مواد اولیه" می باشد. بازیافت نقشی کلیدی در اقتصاد منابع کارآمد ایفا می کند. در دهه های گذشته، بازیافت به طور عمده به عنوان مسئله ای در مدیریت زباله در نظر گرفته می شد، در حالیکه امروزه به تدریج این دید به سمت بهره وری منابع به عنوان محرکی برای بازیافت، در حرکت است [8]. این موضوع، بازیافت را در بستری گسترده تر قرار می دهد. در کشورهای مختلف، سلسله مراتب متنوعی برای مدیریت زباله معرفی شده است. بر اساس مدیریت زباله در کشورهای دیگر میتوان رویکرد های ذیل را پیشنهاد داد:

۱. کاهش یا جلوگیری از ایجاد ضایعات
۲. استفاده مجدد از محصول
۳. بازیافت
۴. بهبود انرژی
۵. دفن کردن ضایعات

نخستین کنفرانس ملی به سوی شهرسازی و معماری دانش بنیان ۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

در این روش ساختمان‌هایی که از آنها استفاده نمی‌شود مانند سیلواها به ساختمان‌های مسکونی، کتابخانه، مراکز اقامتی و... تبدیل می‌شوند. همچنین ایده‌ی دیگری که در این موارد استفاده می‌شود و بارها تجربه شده است، استفاده از کانتینرها به عنوان قطعات سازنده‌ی یک ساختمان است.

استفاده از مواد و مصالح بازیافتی و تولید مصالح ساختمانی جدید:

با این روش معماران فرصت و امکان بهتری در طراحی دارند، به اینصورت که می‌توان از طریق بازیافت مصالح قدیمی، مصالح جدیدی ایجاد کرد. این روش با اینکه نیاز به زیرساخت‌های صنعتی و دانش بنیان دارد اما در صورت شکل‌گیری آن با گذر زمان نتایج فوق‌العاده‌ای به همراه خواهد داشت.

علاوه بر روش‌های فوق با استفاده از امکاناتی که به صورت طبیعی در اطراف سایت وجود می‌توان به بهسازی و بازیافت ضایعات اطراف سایت کمک کرد.

۴- بازیافت و بناهای بافت زیستی^۱

ما دو راه حل در برابر استفاده از ضایعات داریم: بازیافت و استفاده مجدد. فرآیند بازیافت برای تبدیل مواد به موارد قابل استفاده نیاز به صرف انرژی زیادی دارد. علاوه بر آن این فرآیند آلودگی آب و هوا را نیز به دنبال دارد. در این رویکرد می‌بایست روندی دانش بنیان و بر پایه اصول علمی بکار گرفته شود تا بتوان با کمترین مقدار آلاینده‌ی مواد اولیه جدید را از مواد بازیافتی تولید کرد. بنظر می‌رسد بهترین راه حل، استفاده مجدد است که مصرف انرژی و آلودگی ندارد. در واقع، زمانی که ما از ضایعات استفاده مجدد می‌کنیم، به ذخیره انرژی‌ای که می‌توانست به هدر رود کمک می‌کنیم. این موضوع هم از جنبه‌های مالی و هم از جنبه‌های محیطی سودمند است.

یکی از روش‌های استفاده از مواد بازیافتی در معماری، بناهای بافت زیستی هستند [12]. طراحی این بناها به گونه‌ای است که تأثیرات مخرب انسان‌ها بر زمین را کاهش داده و با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، قابل بازیافت و مصالح با مصرف انرژی پایین، رابطه بهتری بین انسان‌ها و زمین ایجاد می‌کنند. مصالح مورد استفاده در این روش به صورت ضایعات هستند که به مقدار زیاد در طبیعت وجود دارند. نمونه‌ای از این مصالح که در همه جا به مقدار زیاد یافت می‌شود عبارتند از: لاستیک‌های مستعمل اتومبیل که از خاک فشرده شده پر شده‌اند (که در محل به وفور وجود دارد) که دارای مقاومت بسیار زیادی از لحاظ سازه‌ای می‌باشند. برای نگهداری خاک درون لاستیک‌ها از مقواهای مستعمل استفاده می‌شود. مصالح مورد استفاده در

این مشکلات، تولید و استفاده از مصالح سبز یعنی مصالحی که به محیط زیست آسیب کمتری می‌زنند، از مواد کم‌خطر تولید می‌شوند، کمتر از منابع طبیعی استفاده می‌کنند و پتانسیل بازیافت بیشتری دارند توسعه می‌یابد [۶].

عوامل دیگری برای توجیه استفاده از روش بازیافت وجود دارد که از آن جمله، مزیت‌های اقتصادی به دست آمده از مواد اولیه بازیافت شده به جای استفاده از مواد جدید، کاهش هزینه حمل و نقل و کاهش نیاز به زمین‌های دفن زباله است. در معماری، بهترین راه حل برای کاهش مشکل زباله استفاده مجدد از آنها از طریق ساخت و ساز خودکار و بدون فرآیندهایی، به منظور بهبود یا تبدیل زباله‌هاست. نمونه‌هایی از مصالح با روش‌های بازیافت و استفاده مجدد در معماری به شرح زیر است [۷]:

- ا. استفاده از کاغذهای بازیافتی
- ب. استفاده از لاستیک‌های مستعمل
- ج. استفاده از ضایعات چوب
- د. استفاده از ضایعاتی مانند بطری‌های پلاستیکی، فلزی
- ه. استفاده از ضایعات صنعتی و ساختمانی

یک ماده پس از پایان طول عمر خود نیز، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. برای مصالح ساختمانی که قابلیت بازیافت و استفاده مجدد دارند، نیاز به برنامه ریزی برای جمع‌آوری و مهم‌تر از آن تقاضای بازار است. در غیر اینصورت حتی با وجود برنامه ریزی، اگر تقاضا برای استفاده از آنها وجود نداشته باشد، مواد و مصالح باز هم می‌توانند از طریق دفع و انتقال به زباله دانی یافت شوند. اگر مواد بکر و دست نخورده باشند، برای پایداری بیشتر، علاوه بر پتانسیل بازیافت باید قابلیت استفاده مجدد نیز داشته باشند [۲]. بازیافت و استفاده از مصالح بازیافتی در طراحی و ساخت به روش‌های گوناگونی امکان‌پذیر است [16-18]:

استفاده از مصالح و اجزای یک ساختمان قدیمی و فرسوده در ساختمانی نوساز:

طراحان پیش از طراحی قابلیت ساختمان‌های در حال تخریب و فرسوده اطراف سایت و امکان بازیافت و استفاده مجدد از مصالح آنها را بررسی می‌کنند و بر اساس آن اقدام به طراحی می‌کنند. این کار از طریق کاهش زباله‌ها تأثیر مثبتی بر محیط زیست می‌گذارد و همچنین موجب کاهش هزینه‌ها و در نتیجه قیمت تمام شده ساختمان می‌شود. کاهش هزینه‌های حمل و نقل و استفاده از مصالح سازگار با محل از دلایل اصلی استفاده از امکانات موجود در سایت است.

بازیافت و تغییر کاربری کلی یک ساختمان فرسوده و تبدیل آن به ساختمانی نوساز با کاربری جدید:

نخستین کنفرانس ملی به سوی شهرسازی و معماری دانش بنیان ۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

بناهایی که با استفاده از مصالح بازیافتی ساخته شده اند قابلیت خوبی در حفظ حرارت دارند.

۲. این بناها برق مورد نیاز خود را از طریق سیستم نیروی باد و سلول‌های فتوولتائیک آماده تامین می‌کنند. این انرژی در باتری‌هایی ذخیره می‌شود و وارد رسانه‌های برقی می‌شود. این بناها می‌توانند چندین منبع نیرو داشته باشند که تماماً اتوماتیک و از طریق شبکه اینترنتی هستند.

۳. استفاده مجدد از تمام فاضلاب‌های خانگی در محیط داخلی و خارجی می‌تواند منجر به تولید غذا و محوطه سازی بدون آلودگی سفره‌های آب زیرزمینی شود.

۴. خانه به عنوان مجموعه ای از محصولات ثانویه (بازیافتی)، یک خانه پایدار است که از مصالح بومی ساخته شده است و به طور طبیعی در محل یافت می‌شود.

۵. آب از طریق خورشید، بیودیزل و یا گازهای طبیعی گرم می‌شود. این بناها می‌توانند آب شهر را به عنوان پشتیبان داشته باشند و سفره‌های آب زیرزمینی را نیز آلوده نمی‌کنند.

۶. محیط‌های مرطوب این بناها، که هزاران گالن از آب‌های وان و دوش حمام‌ها را در خود نگه می‌دارند، بهترین مکان‌ها برای رشد محصولات تازه است.

۵- بررسی نمونه های اجرا شده

طراحی یک مدرسه عمومی پایدار در اوروگوئه، مایکل

رینالدز

ساختمانی با ۲۷۰ متر مربع که از پنل‌های خورشیدی و سیستم جمع آوری آب استفاده می‌کند که آب حمام و آشپزخانه را تامین می‌کند. در سبک کاری معمول این معمار، مواد بازیافتی از قبیل لاستیک‌ها و بطری‌ها برای ساخت استفاده می‌شود. ساخت این بنا همراه با داوطلبانی در ساخت، ۸ هفته طول کشید. این یک بنای خود - پایدار است که آب را در داخل دیوارهایش جمع آوری و ذخیره می‌کند و برق را از طریق پنل‌های خورشیدی تامین می‌کند که برای روشنایی و گرمایش ساختمان استفاده می‌شود [16].

خانه ای در کولورادو

در کوه‌های کولورادو، خانه‌ای آزمایشی که از انواع تکنولوژی‌های سبز استفاده می‌کند ساخته شده است. این ساختمان به عنوان اولین نوع

دیوارهای غیر برابر این سازه‌ها قوطی‌های آلومینیومی، بطری‌های شیشه ای و سیمان می‌باشند. برای صرفه‌جویی در زمان، منابع و کاهش ضایعات ساختمانی، اجزای پیش ساخته در خود محل تولید انبوه می‌شوند. دیوارهای این ساختمان‌ها حجیم هستند و به همین دلیل زمان‌های تاخیر طولانی دارند که درجه حرارت داخل را ثابت نگه می‌دارند. همچنین با استفاده از انرژی‌های خورشیدی و سامانه‌های تهویه طبیعی این ساختمان‌ها می‌توانند بدون نیاز به سوخت‌های فسیلی دما را تنظیم کنند و در زمستان‌ها گرم و در تابستان‌ها خنک باشند. به دلیل استفاده از اجزای پیش طراحی و پیش ساخته، نیاز به حضور افراد متخصص در ساخت کمتر می‌شود که این مسئله باعث کاهش هزینه‌ها و پایداری بیشتر بناها می‌گردد [۳].

اساس ایده ساختمان‌های سبز، استفاده از مصالح در دسترس انسان برای ساخت خانه‌ها و سازه‌ها است، ساختمان‌هایی که می‌توانند در مصرف انرژی صرفه جویی کنند. از سال ۱۹۷۷ زمانی که معمار، مایکل رینالدز^۲ بناهای بافت زیستی را ساخت، از لاستیک برای ساخت خانه‌ها استفاده می‌شد [13]. مایکل رینالدز از طرفداران شناخته شده ساخت و ساز پایدار و از سازندگان بناهای بافت زیستی است [16]. این امر می‌تواند با استفاده از مصالحی صورت گیرد که با تبدیل شدن به زباله می‌توانند بر محیط زیست تاثیر گذارند.

در یک مطالعه در ژاپن توسط Gao و همکارانش، توانایی ذخیره انرژی در تولید مصالح در طراحی سه ساختمان مطالعه شد. در هر طرح، افزایش استفاده از مصالح بازیافتی و تولیدی فرض شد. نتیجه نشان می‌دهد که مصرف انرژی برای تولید مصالح، در مقایسه با مواردی که مصالح بازیافتی استفاده نشده است، حدود ۲۵٪ کاهش پیدا کرده است. در مطالعات سوئد، یک خانه تک خانواری که در سال ۱۹۹۷ با مقدار زیادی مصالح بازیافتی ساخته شده بود، با موردی که تمام مصالح آن جدید بود مقایسه شد. ذخیره انرژی‌ای که از طریق استفاده از مصالح بازیافتی به دست آمد، در حدود ۴۰٪ بود. مطالعات ساختمان‌های مجتمع‌های مسکونی در هلند نشان داده است که افزایش استفاده از چوب، در مقایسه با ساختمان‌های سنتی در هلند، می‌تواند انتشار CO₂ را تا تقریباً ۵۰٪ کاهش دهد [10].

۴-۱- قوانین طراحی

استفاده از این مواد در طراحی و ساخت ساختمان‌ها قوانین و روش‌هایی دارد که با رعایت آنها می‌توان بر بازدهی ساختمان‌ها افزود [19]:

۱. این بناها در هر اقلیمی می‌توانند دمای مناسبی را حفظ کنند. استفاده از انرژی خورشیدی می‌تواند به خوبی جهت تامین حرارت مورد نیاز ساختمان‌ها بکار گرفته شود و

نخستین کنفرانس ملی به سوی شهرسازی و معماری دانش بنیان ۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

دهد. مشکل امروز معماری، استفاده بی رویه از مصالح جدید است که باعث مصرف انرژی، ایجاد آلودگی و تولید زباله‌های بیشتر می‌شود. حال آنکه با گسترش استفاده از روش‌های جدید می‌توان به طور موثر از این مشکلات کاست. یکی از این روش‌های کم کردن این مشکلات می‌تواند تولید مصالح جدید از مواد و مصالح بازیافتی باشد. در واقع با استفاده از تکنولوژی‌های جدید می‌توان گامی در جهت توسعه معماری دانش بنیان برداشت و علاوه بر صرفه اقتصادی موجب کاهش آلودگی محیط زیست شد. این امر می‌تواند کاهش هزینه‌های ساخت و ساز را نیز به همراه داشته باشد و راهی باشد به سوی تامین مسکن کم هزینه و پایدار برای افراد جامعه.

مراجع

- [۱] اتمن، عثمان، معماری سبز: مواد و تکنولوژی‌های پیشرفته، ترجمه صادقی، فرشته، ویرایش اول، تهران، نشر اول و آخر، ۱۳۹۵.
- [۲] فریدمن، اوی، مفاهیم پایه در معماری پایدار، ترجمه میرزا کوچک خوشنویس، محمد حسین، ویرایش اول، تهران، نشر فکر نو، ۱۳۹۵.
- [۳] قیابکلو، زهرا، مبانی فیزیک ساختمان ۲ (تنظیم شرایط محیطی)، ویرایش ششم، تهران، نشر جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۲.
- [۴] امیری، بهاره، نازنین نصرالهی، هاجر صادقی، "امکان سنجی جایگزینی مصالح بازیافتی با مصالح رایج و نقش آنان در کاهش مصرف انرژی"، همایش ملی اقلیم، ساختمان و بهینه سازی مصرف انرژی، دوره دوم، صفحه ۱، اصفهان، سازمان بهره وری انرژی ایران، ۱۳۹۲.
- [۵] احمدی، سمیه، جواد جوان مجیدی، "تلفیق مصالح نوین در ارتقاء معماری بومی با رویکرد معماری پایدار"، همایش بین المللی معماری عمران و شهرسازی در آغاز هزاره سوم، صفحات ۲-۶، تهران، کانون سراسری انجمن های صنفی مهندسان معمار ایران، ۱۳۹۴.
- [۶] صلوات فولادی، علی، "مدیریت سبز در معماری ساختمان (معماری سبز)"، همایش سیاست های توسعه مسکن در ایران، دوره شانزدهم، صفحات ۳-۷، تهران، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران، ۱۳۹۵.
- [۷] فرمپینی فراهانی، مهناز، عباس ترکاشوند، محمدرضا فاروقی، "معرفی روش های فن آوری پایین در صنعت ساخت و ساز در راستای اهداف معماری دوستار محیط زیست"، همایش ملی نظریه های نوین در معماری و شهرسازی، صفحات ۷-۸، قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین، ۱۳۹۳.

[8] Worrell, Ernst, Markus Reuter, eds, "Handbook of Recycling: State-of-the-art for Practitioners, Analysts, and Scientists", Newnes, 2014.

[9] Bahamón, Alejandro, "Rematerial: From waste to architecture", WW Norton & Company Incorporated, 2010.

ساختمانی است که از لاستیک‌های مستعمل به عنوان اساس سازه‌ای استفاده کرده است. این ساختمان بیش از ۱۷۰ تن از ضایعاتی مانند لاستیک‌ها، شیشه، آلومینیوم و پلاستیک‌های زمین‌های کولورادو را پاکسازی کرده است. علاوه بر این، از سیستم‌های غیر فعال خورشیدی و جرم حرارتی به عنوان منبع اصلی گرما استفاده کرده است. برای نورپردازی از سیستم‌های CFL و LED استفاده کرده است. یک سلول فتوولتائیک شش تایی، برق ساختمان را تامین می‌کند. هدف نهایی ساختمان و سیستم‌های آن، نزدیک شدن به صفر انرژی و تاثیر کمتر بر سوخت‌های فسیلی است [13].

ساختمان خود - پایدار در کانادا

این خانه منحصر بفرد یک ساختمان خورشیدی است که از مصالح بازیافتی ساخته شده است. داوطلبانی که در ساخت خانه همکاری داشتند، داخل لاستیک‌های استفاده شده را با گرد و خاک پر کردند و آنها را مانند آجر برای ایجاد دیوار حائل انباشته می‌کنند [20]. این خانه با نمای وسیعی از پنجره‌های زاویه دار بزرگ به سمت جنوب ساخته شده تا بتواند نور خورشید و گرما را جمع آوری کند. پنل‌های خورشیدی برای تولید برق و مخازنی جهت برف و باران دارد که برای آشامیدن فیلتر می‌شود. این ساختمان‌ها ماشینی هستند که از انسان‌ها مراقبت می‌کنند [19].

نمایشگاه اکوآرت در تایوان

یکی از نمونه‌های ساختمان‌ها از مصالح بازیافتی نمایشگاه اکوآرت در تایوان است که ایده طراحی آن، استفاده از ضایعات است. با توجه به اینکه ساکنان این کشور سالانه در حدود ۴,۶ میلیارد بطری پلاستیکی مصرف می‌کنند، از عمده‌ترین مصالح استفاده شده در ساخت این ساختمان ۱,۵ میلیون بطری پلاستیکی بازیافت شده است. طراحی این بطری‌های پلاستیکی به شکل آجرهایی چندضلعی بود که با آب و شن و ماسه پر شده اند و از این طریق درجه حرارت و نور خورشید در داخل ساختمان را کنترل می‌کنند. ساختار محکم این ساختمان می‌تواند در برابر زلزله و طوفان مقاومت کند [7].

۶- نتیجه گیری

در دوره ای که ضایعات و آلودگی‌های زیست محیطی روز به روز محیط اطرافمان را بیشتر به مرز نابودی می‌کشاند وظیفه هر فردی است که در حد توان خود و با توجه به حرفه خود این مشکلات را به حداقل برساند. در این مقاله سعی شد سهم معماری و ساختمان‌ها در کاهش این مشکلات بررسی شود. بناهای بافت زیستی از مواد دور ریز قابل استفاده مانند بطری‌ها، لاستیک‌های مستعمل و مواد دیگر موجود در محل و مواد بازیافتی استفاده می‌کنند، که به میزان قابل توجهی میزان مصرف انرژی در ساخت و میزان انرژی نهفته ساختمان را کاهش می‌-



نخستین کنفرانس ملی به سوی شهرسازی و معماری دانش بنیان ۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

- [10] Thormark, Catarina, "The effect of material choice on the total energy need and recycling potential of a building", Building and Environment, pp. 1019-1026, 2006.
- [11] Thormark, Catarina, "A low energy building in a life cycle—its embodied energy, energy need for operation and recycling potential", Building and environment, pp.429-435, 2002.
- [12] Shoubi, Mojtaba Valinejad, Masoud Valinejad Shoubi, Azin Shakiba Barough, "Investigating the Application of Plastic Bottle as a Sustainable Material in the Building Construction", International Journal of Science, Engineering and Technology Research, pp.28-34, 2013.
- [13] Hagar, Jon, Laura Hagar, "An Examination of Multiple MicroGeneration Technologies Used within an Experimental Home: A Tire-bale Home Leverages Green Technologies for Energy Independence", IEEE Green Technologies Conference, 2013.
- [14] www.yourhome.gov.au
- [15] www.epa.gov
- [16] www.archdaily.com
- [17] www.architizer.com
- [18] www.inhabitat.com
- [19] www.earthship.com
- [20] www.cbc.ca

*Earthships*¹
*Michael Reynolds*²