مجله نخبگان علوم و مهندسی
Journal of Science and Engineering Elites
ISSN 2538-581X
جلد ۲- شماره ۵- سال ۱۳۹۶
www.ElitesJournal.ir

بررسی نقش بازیافت و کاربرد مواد بازیافتی در معماری به عنوان روشی نو در طراحی همساز با محیط زیست

آتنا طالقانی[۱]، مینا کبودرآهنگی[۲*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، گروه معماری،واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران، ایران

۲- استادیار، گروه معماری،واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران، ایران

*m-ahangi@srbiau.ac.ir

ارسال: آبان ماه ۹۶ پذیرش: آذر ماه ۹۶

خلاصه

در دنیای امروز روند صنعتی شدن و استفاده بی رویه از سوخت‌های فسیلی مشکلاتی را در جهان ایجاد کرده است که از جمله‌ی آن، آسیب‌ها، نابودی و خطراتی است که پیش روی محیط زیست قرار گرفته است. زباله‌ها، نخاله‌ها و پسماندها در طبیعت روز به روز رو به افزایش است. ادامه‌ی این روند بدون در نظر گرفتن راه حلی برای این مشکلات می‌تواند آینده‌ی ما و این کره خاکی را به طور جدی در معرض نابودی قرار دهد. بنابراین معماران ما امروزه در پی ارائه‌ی پیشنهاداتی در زمینه های مختلف و در جهت بهبود این وضعیت هستند؛ معماری پایدار، کاهش استفاده از سوخت های فسیلی و جایگزین کردن آنها با منابع تجدید پذیر طبیعت، استفاده از مواد و تکنولوژی‌های جدید که با وجود کارایی بالا، در دراز مدت کاهش هزینه را در پی دارند. یکی از نگرش هایی که در این بحث مورد توجه است استفاده از صنعت بازیافت در معماری و کاربرد مواد دورریز و مصالح بازیافتی در ساخت است. در این پژوهش سعی شده به صورت تحلیلی با مطالعه‌ی اسناد و مدارک کتابخانه‌ای ضرورت استفاده از مواد بازیافتی در معماری تشریح و با بررسی نمونه های اجرا شده در کشورهای توسعه یافته راهکارهایی جهت نحوه‌ی کاربرد این مواد در ساختمان سازی در کشور ارائه شود.

کلمات کلیدی: بازیافت، مواد بازیافتی، سوخت‌های فسیلی، معماری پایدار، محیط زیست

۱. مقدمه

امروزه مشکلات زیست محیطی ناشی از آلودگی‌های بیش از حد و افزایش زباله‌های شهری بر زندگی ما تحمیل شده است[۱]. وجود زباله‌های رها شده در طبیعت علاوه بر آلودگی‌های بصری، باعث آلودگی‌های زیست محیطی می‌شوند و خطراتی را برای موجودات زنده در طبیعت ایجاد می‌کنند. از طرفی در معماری و ساخت روز به روز با افزایش هزینه‌های ساخت و مصالح روبرو هستیم. در این میان ایده‌ی استفاده از مواد و مصالح بازیافتی از دو جهت می‌تواند مفید باشد، یکی از جهت پاکسازی و بهبود محیط زیست و دیگر از جهت کاهش هزینه‌های ساخت. مصالح بازیافتی می‌تواند شامل انواع زباله‌های شهری و صنعتی و یا حتی نخاله‌هایی باشد که در اثر تخریب ساختمان‌های قدیمی حاصل می‌شوند، که این مورد از مشکلاتی است که اخیرا در کشورهای جهان قابل مشاهده است[۲]. در نتیجه تاثیرات و تقاضای تکنولوژی مدرن نحوه‌ی استفاده از زمین

تغییر کرده و به سمت استفاده بهینه از زمین‌های گران قیمت در شهرهای بزرگ رفته است. سازه ساختمان‌ها برای حداکثر استفاده از حداقل زمین باید بلندتر ساخته شوند، پل‌ها باید تحمل بار ترافیکی بیشتری را داشته باشند و رشد سریع جمعیت در جهان منجر به کوتاه شدن عمر مفید سازه‌ها شده است. این سرعت عصر مدرن باعث افزایش ایجاد نخاله‌های حاصل از تخریب سازه‌ها شده است[۳].

هدف معماری این نیست که بهترین راه حل را انتخاب کند بلکه باید بتواند همه راه حل های عملی را باهم ترکیب کند. به این منظور معماری باید یک الگوی جدید ایجاد کند و تمام روش های قدیمی را کنار بگذارد[۴]. در ایران با توجه به اینکه زباله-های زیادی تولید می‌شود، در مقایسه با اروپا و آمریکا که به ترتیب ۲۵٪ و ۱۰٪ زباله ها بازیافت می‌شوند، وضعیت مناسبی برای بازیافت ندارد و بیشتر زباله‌ها به صورت روباز دفن می‌شوند. بنابراین برای حل این مشکل دو راه پیش رو داریم: ۱) مواد و مصالحی را که قابلیت استفاده مجدد دارند و ویژگی اولیه آنها حفظ شده است را در ساخت و ساز به کار بریم. استفاده مجدد به این معناست که از محصولات به شکل اولیه‌ی آنها بیشتر از یک بار استفاده شود و مزایای آن عدم استفاده از منابع، مواد اولیه، انرژی و همینطور کاهش تولید زباله است. رعایت این امر تاثیر بسزایی در اقتصاد، صرفه جویی در هزینه‌ها و کاهش زباله‌های دفنی دارد. ۲) تولید مصالحی که سازگار با محیط زیست باشند و قابلیت بازیافت داشته باشند[۱][۵]. هدف اصلی ما در این مقاله آشنایی با روش استفاده از ضایعات و مواد دورریز قابل استفاده در معماری و ساخت است.

۲. پیشینه تحقیق

در سال ۱۹۷۳ ایده‌ای به نام ایده "زباله صفر" (بدون زباله) توسط پل پالمر ابداع و به کار برده شد. اگرچه که در تعریف این ایده توافق نظر وجود ندارد. از نظر زِمان و لِمان یک شهر بدون زباله ۱۰۰٪ زباله ها را بازیافت می کند و ۱۰۰٪ منابع را از مواد ضایعات بازیابی می کند. معاهده بین المللی "بدون زباله" بیان می کند که این ایده بیانگر محصولات، طراحی و مدیریت فرآیندها است که به طور سیستماتیک از ایجاد ضایعات به دلیل حفظ و بازیابی تمام منابع پرهیز می کند.ایده بدون زباله شامل انواع ایده هایی است که برای سیستم مدیریت پایدار ضایعات توسعه پیدا کرده اند: کاهش، استفاده مجدد، طراحی مجدد، تعمیر، بازسازی، بازتولید، بازیافت، فروش مجدد. بنابراین، این ایده قوانینی را طراحی می کند که فراتر از بازیافت می رود و تمرکز آن در ابتدا بر کاهش تولید زباله، استفاده مجدد و در نهایت بازیافت و تبدیل مواد باقی مانده به کود است. در اجرای این ایده موانعی وجود دارد که موانع اصلی شامل عدم تمایل مردم به پرداخت هزینه، عدم ثبات قوانین، تفکرات کوتاه مدت تولیدکنندگان و مشتریان مبنی بر اینکه هزینه دفن کمتر از هزینه های بازیافت و استفاده مجدد است و وجود این نگرش که پیشنهادات ارزان تر کمیسیون می گیرند. سطح تولید ضایعات در شهرهای پرمصرف نسبت به شهرهای کم مصرف بالاتر است[۶].

بهترین راه مقابله با مواد زائد، تولید آن نیست. به جای اینکه در انتهای طول عمر اولیه مواد به آنها به عنوان یک مشکل نگاه کنیم، می‌توان آنها را به عنوان یک فرصت دانست[۷]. یکی از راه‌های استفاده از این فرصت، امر ساخت و معماری است.

در مطالعه‌ای 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 تقریبا ۵۰٪ کاهش دهد[۸].

۳. بازیافت

بازیافت، فرآیندی است که طی آن، مواد در پایان طول عمر خود مجدداً پردازش می‌شوند و به چرخه زندگی بازگردانده می-شوند. مواد بازیافتی را "مواد ثانویه" نیز می‌نامند که در تقابل با "مواد اولیه" می‌باشد. در دهه‌های گذشته، بازیافت به طور عمده به عنوان مسئله‌ای در مدیریت زباله در نظر گرفته می‌شد، در حالیکه امروزه به تدریج این دید به سمت بهره وری منابع به عنوان محرکی برای بازیافت، در حرکت است[۹]. بازیافت می تواند جامعه و محیط زیست خود را بهبود ببخشد و شامل سه مرحله زیر است که یک حلقه مداوم و پیوسته است که همان نشان مشهور و آشنای بازیافت است.

مرحله ۱: جمع‌آوری و پردازش

روش های مختلفی برای جمع‌آوری زباله های قابل بازیافت وجود دارد از جمله جمع‌آوری سطل های زباله کنار خیابان، محل هایی که مخصوص رها کردن زباله هستند و همچنین از طریق برنامه های سپرده و بازپرداخت. پس از جمع‌آوری، این مواد به مراکز بازیابی فرستاده می‌شوند تا تفکیک شوند، پاکسازی شوند و طی مراحل پردازش به موادی تبدیل شوند که قابلیت تولید و ساخت داشته باشند. برخی از این مواد قابل بازیافت عبارتند از: کاغذ، باتری، پلاستیک، شیشه، روغن موتورهای استفاده شده، زباله های خطرناک خانگی و لاستیک های ماشین

مرحله ۲: تولید

بیشتر محصولاتی که امروزه استفاده می شود از مواد بازیافتی تولید شده اند. لوازم خانگی معمول که شامل مواد بازیافتی هستند شامل: روزنامه ها و حوله های کاغذی، ظروف نوشیدنی شیشه ای، آلومینیومی و پلاستیکی، قوطی های فلزی و بطری های پلاستیکی مواد شوینده. مواد بازیافتی در موارد جدیدی هم استفاده می شوند از جمله استفاده از شیشه های بازیافتی در آسفالت ها برای هموار کردن جاده ها و پلاستیک های بازیافتی در نیمکت های پارک.

مرحله ۳: خرید محصولات ساخته شده با مواد بازیافتی

خرید این نوع محصولات به چرخه بازیافت کمک می‌کند. زمانیکه به خرید می روید به دنبال این محصولات باشید: ۱) محصولاتی که به راحتی قابل بازیافت باشند. ۲) محصولاتی که شامل مواد بازیافتی باشند[۱۰].

۱.۳. اهداف بازیافت

استفاده از این روش اگرچه مشکلاتی را به همراه دارد ولی فوایدی نیز دارد که باعث می‌شود طراحان بیش از پیش به این مسئله روی آورند[۱۱].

أ. کاهش میزان ضایعاتی که برای دفن و سوزاندن فرستاده می‌شوند.
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

۴. بازیافت مصالح

مصالح بازیافتی، معمولا مواد دست دوم و زباله های تمیز هستند که برای تهیه آنها از قسمت‌های ارزشمند و قابل استفاده مواد استفاده می‌شود. ولی به هر حال مواد به دست آمده با این روش کیفیت پایین‌تری نسبت به مصالح اصلی دارد. امروزه استفاده از مصالح بازیافتی با توجه به اصول معماری پایدار بسیار مورد توجه قرار گرفته است[۱۲]. در این میان موادی که قابلیت بازیافت دارند عبارتند از: آهن آلات قراضه، پلاستیک، شیشه، مقوا، کاغذ، برخی مواد شیمیایی، زباله و نخاله‌های ساختمانی[۱۳]. با توجه به فشاری که انسان‌ها با استفاده بی رویه از منابع محدود به سیاره زمین وارد می‌کنند، استفاده از مواد بازیافتی می‌تواند نقش کوچکی در حفظ منابع موجود ایفا کند[۱۴].

۱.۴. مزایای استفاده از مواد بازیافتی

استفاده از مواد بازیافتی مزایایی دارد که دانستن آن‌ها ما را به انجام این کار تشویق می‌کند[۱۵] :

أ. عدم استفاده از زمین‌های زراعی و منابع طبیعی در محل دپو زباله و عدم ایجاد آلودگی‌های بصری

ب. کمک به اقتصاد با استفاده مجدد از نخاله ها

ج. حذف آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی

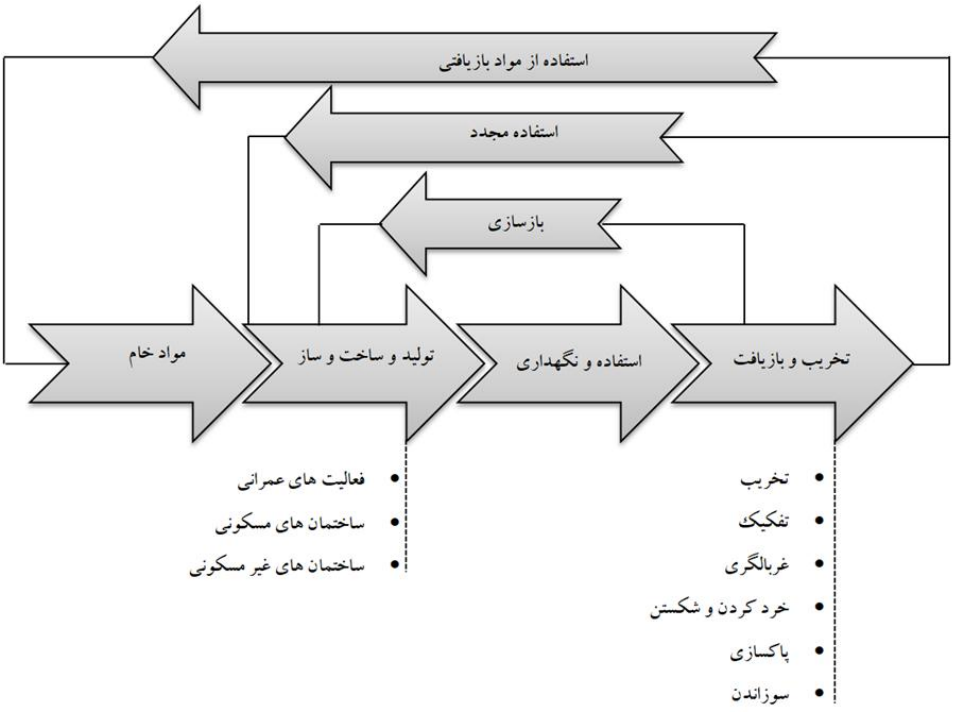
د. جلوگیری از متصاعد شدن گازهای گلخانه ای وگاز های سمی سیمان و آهک

ه. جلوگیری از پراکندگی ریزگرد ها

و. کاهش حمل ونقل و در نتیجه کاهش مصرف سوخت های فسیلی

ز. ایجاد اشتغال از طریق گسترش صنعت بازیافت

به کار گیری این مواد رابطه ی مستقیمی با مدیریت کل چرخه زندگی ساختمان و مواد و مصالح آن دارد و این چرخه را کامل میکند، یعنی تکمیل چرخه تولید، ساخت، تخریب و استفاده مجدد/ بازیافت و یا دفع[۱۶]. نمودار زیر چرخه استفاده از مواد و مصالح در ساختمان و نقش بازیافت را در این چرخه نشان می‌دهد:



شکل۱- مدل چرخه مواد در ساختمان[۱۶]

۵. بازیافت و معماری

یک هدف مهم در بخش ساخت و ساز، ایجاد ساختمان‌هایی است که حداقل تاثیر را بر محیط‌زیست داشته باشند و بازیافت به طرز قابل توجهی این تاثیر را کاهش می‌دهد. بنابراین هدف، ساخت ساختمان‌هایی جدید است که در طول عمر خود کمترین تاثیر را بر محیط‌زیست داشته باشند[۱۷]. استفاده از مواد بازیافتی در هر مرحله ای از ساخت می‌تواند جایگزینی برای مصالح مورد نیاز جدید باشد که باعث صرفه‌جویی قابل توجهی در هزینه‌ها، منابع طبیعی و انرژی نهفته می‌شود[۱۸]. برای مثال، چوب یکی از محبوب‌ترین موادی است که قابلیت استفاده مجدد را دارد و همچنین می‌تواند برای استفاده به عنوان مالچ باغبانی پردازش شود و یا اینکه به تخته‌های خرده چوب بازیافت شود. پنجره‌های ساختمان‌ها می‌توانند مجدد استفاده شوند و اگر این کار امکان‌پذیر نباشد ، شیشه آن را می‌توان بازیافت کرد. شیشه بازیافتی در مقایسه با شیشه خالص اولیه در حدود ۲۰٪ باعث کاهش انرژی نهفته می‌شود. همچنین می‌توان به جای مواد خام، از شیشه به عنوان متراکم کننده در بتن استفاده کرد[۱۹]. بازیافت و استفاده از مصالح بازیافتی در طراحی و ساخت به روش‌های گوناگونی امکان‌پذیر است که در ذیل شرح مختصری از آنها آمده است:

أ. 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 تاثیر 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. اگر اجزای اصلی یک ساختمان نتوانند در محل اصلی خود ساختمان استفاده شوند، این امکان وجود دارد که از آنها در مکان جدیدی مجدداً استفاده شود. برای اجزای ساختمان این یک امر عادی است که در طول فرآیند تخریب و بازسازی در یک پروژه ساختمانی دیگر مجدد استفاده شوند[۲۰] [۷].

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

در این روش ساختمان‌هایی که از آنها استفاده نمی‌شود مانند سیلوها 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. اگر جزئی از یک ساختمان فرسوده و یا حتی کل ساختمان امکان ادامه استفاده و یا استفاده مجدد را داشته باشد، حداقل مداخله مورد نیاز است. این کار از ایجاد ضایعات حاصل از تخریب ساختمان که باید با تولید آنها مقابله کرد، و همچنین نیاز به مقدار زیادی از مواد و مصالح ساختمانی جلوگیری می‌کند. تمیز کردن، تعمیر و نگهداری به طولانی شدن عمر ساختمان و اجزای آن کمک می‌کند. برای استفاده جدید از یک ساختمان ممکن است اجزای آن مانند پارتیشن‌ها، خدمات ساختمان، وسایل و اتصالات آن دیگر قابل استفاده نباشد و جایگزین شوند، ولی با اینحال احتمال دارد ساختار و شالوده ساختمان و پوشش ساختمان بتواند حفظ شود[۲۰] [۷].

ج. 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 دارد، اما در صورت شکل‌گیری آن با گذر زمان نتایج فوق‌العاده‌ای به همراه خواهد داشت. برای اینکار سه منبع مجزا از مواد بازیافتی وجود دارد: مواد جمع‌آوری شده در محل استخراج مانند معادن یا جنگل‌ها، که به عنوان مواد زائد حاصل از تولید مواد اولیه هستند و «مواد ثانویه» نامیده می‌شوند. مواد جمع‌آوری شده در کارخانه‌ها به عنوان محصولات زائد حاصل از تولید، مانند خاک اره و تیکه‌های بریده چوب، که

«محصولات زائد پس از تولید» یا «زباله‌های پسا صنعتی» نامیده می‌شوند و مورد آخر، جمع‌آوری موادی که زمانی با یک هدف مفید در یک محصول بکار رفته‌اند، مانند لاستیک‌های مستعمل خودروها، که به عنوان «زباله‌های پس از مصرف» شناخته می‌شوند[۲۰] [۷].

۱.۵. انرژی نهفته

مسئله بازیافت، فرصتی است برای کاهش انرژی نهفته که با استفاده از مصالح قابل بازیافت محقق می‌شود[۲۱]. 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 و روش‌های ساخت به عمل آید[۲۲].

۶. معماری

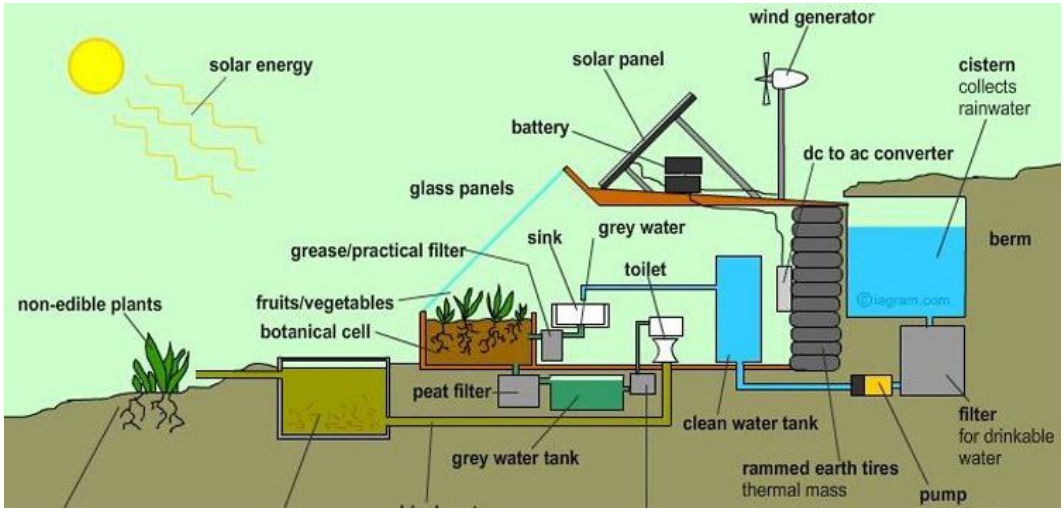
پس از آشنایی اولیه و معرفی مواد بازیافتی و اهداف و مزایای بازیافت به یکی از روش‌هایی که طی آن می‌توان از ضایعات و مواد دورریز قابل استفاده در معماری و ساخت استفاده کرد می‌پردازیم:

۱.۶. بناهای بافت زیستی(کشتی زمینی[1])

بناهای بافت‌زیستی ساختمان‌هایی هستند که تقریبا به طور کامل از مواد بازیافتی ساخته شده‌اند و می‌توانند از طریق بازیافت آب باران، بازیافت انرژی خورشیدی و گاهی توربین‌های بادی برای تولید انرژی برق و روش‌های فعال خورشیدی تقریبا به طور کامل خودکفا باشند[۲۳]. طراحی این بناها به گونه‌ای است که تاثیرات مخرب انسان‌ها بر زمین را کاهش داده و با استفاده از انرژی های تجدیدپذیر، قابل بازیافت و مصالح با مصرف انرژی پایین، رابطه بهتری بین انسان‌ها و زمین ایجاد می-کنند. در این روش ساخت از ضایعات به عنوان مصالح استفاده می‌کنند که به مقدار زیاد در طبیعت وجود دارند. نمونه ای 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 سازه ای می‌باشند. برای نگهداری خاک درون لاستیک‌ها از مقواهای مستعمل استفاده می‌شود. مصالح مورد استفاده در دیوارهای غیر باربر 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[۲۴]. شاید هیچ طراح ساختمان دیگری به اندازه مایکل رینالدز با این چنین سیستم های زندگی و معماری خورشیدی مواجه نبوده اند. او بیشتر از ۲۵ سال پیش در تائو، نیومکزیکو شروع به طراحی خانه هایی بر اساس قواعد پایداری کرد. اکنون بیشتر از ۱۰۰۰ خانه در سرتاسر جهان بر اساس قواعد خانه سازی او ساخته شده اند. این خانه ها که در اصطلاح به آنها "کشتی زمینی" می گویند دارای سیستم های ساخته شده ای است که هر تاثیر انسانی و نیاز آنها را در نظر می‌گیرند، به همین دلیل است که آنها را "کشتی[2]" می‌نامند. آنها با این فرض طراحی شده اند که اگر خانواده

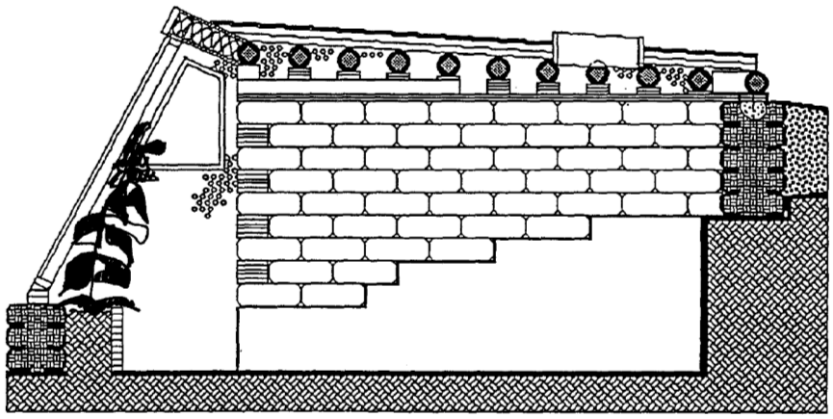
[1] Earthship
[2] Ship

در یک سفر دریایی هستند بتواند احساس خانواده را به عنوان احساسی آزاد و مستقل ایجاد کنند. تنها در این صورت است که کشتی خانه آنهاست، سفر دریایی آنها روی زمین است و هدف آنها زندگی همساز با محیطشان است[۲۵]. درواقع این بناها به مانند "کشتی"ای هستند که باید خودکفا باشند تا حفظ شوند، با این تفاوت که بر روی زمین هستند، بنابراین نام "زمینی" گرفتند. این ساختمان‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که مستقل از شبکه اصلی باشند. از سلول‌های فتوولتائیک جهت تولید برق



شکل ۲- چرخه آب و تولید برق [۲۶]

استفاده می‌شود. آب باران جمع‌آوری می‌شود و همچنین از سیستم آب‌های خاکستری و توالت خورشیدی نیز استفاده می‌شود. سقف‌ها طوری طراحی شده اند که آب باران را جمع‌آوری کنند و آنها را برای ذخیره به مخازن منتقل کنند. در این مورد تانک‌های پیش ساخته هم می‌توانند استفاده شوند ولی اغلب به اینصورت است که مخازن آب با استفاده از دیوارهای لاستیکی در اطراف ساختمان ساخته می‌شوند. آب از مخازن به داخل خانه منتقل می‌شود، با سیستم‌های چند میکرون فیلتر می‌شوند و به صورت منظم استفاده می‌شوند. می‌توان از آب‌های خاکستری از دوش حمام و سینک آشپزخانه برای آبیاری باغچه‌های جلوی ساختمان استفاده کرد. آنها همچنین دارای یک فضای گلخانه‌ای هستند که شیشه‌ای مورب و شفاف دارند تا بتوانند بیشترین نور ورودی را در فصول گرم دریافت کنند[۲۶][۲۵].



شکل ۳- برشی از حالت معمول گلخانه [۲۷]

چنین فضاهایی از طبیعت به وجود آمده‌اند و حس جدیدی از طبیعت را به عنوان یک چرخه، جریان و ارتباطات داخلی ایجاد می‌کنند که اساساً از معماری، تکنولوژی و زندگی خانگی جدا نیستند[۲۳].

شکل ۴- نمونه‌ای از یک بنای بافت‌زیستی [۲۷]

۲.۶. فلسفه ساخت بناهای بافت زیستی

رینالدز شروع به ساخت و گسترش خانه‌هایی کرد که در پاسخ به افزایش زباله در محیط باشد، مخصوصاً قوطی‌های فلزی نوشیدنی که در همه جای محیط اطراف پخش هستند. در اوایل سال ۱۹۷۰ نوعی آجر با قوطی‌های فلزی اختراع کرد که با استفاده از ۸ قوطی فلزی، ساخته شده که با سیم به یکدیگر متصل هستند. و سپس این "آجر قوطی" در سازه دیوار کار گذاشته شدند. در سال ۱۹۷۵ او موفق شد اولین خانه را با استفاده از لاستیک های مستعمل ماشین برای ساخت دیوارهای اصلی، بسازد. او به لاستیک‌ها علاقه زیادی دارد به این دلیل که او را قادر می‌سازد که بتواند مقدار زیادی جرم حرارتی را در ساختمان به کار گیرد، که اگر به درستی انجام شود، بر طبق قواعد طراحی سیستم‌های غیر فعال خورشیدی، ساختمان را قادر می‌سازد که در آب و هوای مختلف خودش بتواند دمای هوای داخل را در حدی که (بدون نیاز به سیستم های فعال مانند کولرها) برای انسان مناسب باشد تنظیم کند. او همچنین متوجه شد که استفاده از مصالح ساختمانی بدون صرف هزینه منجر به استقلال مالی بیشتر می‌شود و هنگامی که از سیستم‌های آبی و نیروهای خارج از شبکه استفاده کند میتوان هزینه‌های آب و برق را تا صفر کاهش داد.[۲۸]. تایرهای اتومبیل یک منبع بومی طبیعی در سرتاسر جهان هستند و قطعا می‌توان آنها را بدون استفاده از انرژی یا دستگاه‌های تکنیکی خاص و تنها با استفاده از دست‌های انسان برای برداشتن و گذاشتن آنها در کامیون باربری جمع‌آوری کرد. پرکردن لاستیک ها با خاک نیاز به مهارت ویژه ای ندارد و افراد با هر شکل و اندازه ای می‌توانند برای این کار آموزش داده شوند[۲۹]. (شکل ۵ و ۶.)

شکل ۶- استفاده از افراد عادی جهت پر کردن لاستیک‌ها [۲۷].

شکل ۵- نحوه پر کردن و سفت کردن خاک درون تایرها[۲۷].

۳.۶. روش ساخت

هر لاستیک که با خاک پر شده و فشرده شده‌اند، مرحله به مرحله مانند بلوک‌های ساختمانی روی هم گذاشته می‌شوند. هر لاستیک بعد از پر شدن وزنی در حدود ۳۰۰ پوند پیدا می‌کند. لاستیک‌ها بر روی زمین های هموار و تخریب نشده تنظیم می-

شوند و سپس در محل موردنظر با چکش، محکم قرار می‌گیرند. هر لاستیک به اندازه سه یا چهار فرقان خاک نیاز دارد. سوراخ‌های لاستیک‌ها با استفاده از مقواهای مستعمل پر می‌شوند و می‌توانند به طور موقت خاک را در هر سمت به جز سمتی که روی زمین است نگه دارند. این مقواها بدون اینکه تاثیری در سازه داشته باشند متلاشی و تجزیه می‌شوند. هنگامیکه مدول تایر ساخته شد دو صفحه چوبی ممتد توسط میلگردهای بلند در قسمت بالای دیوار متصل می‌شوند، که این به عنوان یک تیر پیوندی یا صفحه اتصال [1] عمل می‌کند که می‌تواند برای سازه سقف خرپا را نیز تحمل کند. این تیر پیوندی گاهی از بتن نیز ساخته می‌شود.

در قسمت آفتابگیر ساختمان یه گلخانه برای جمع‌آوری نور خورشید ساخته می‌شود. در نهایت وقتی سقف و گلخانه ساخته شد، حفره‌های خالی بین لاستیک‌ها با گِل یا بتن پر می‌شوند و برای کاهش میزان گل یا بتن مورد نیاز می‌توان از بطری شیشه-ای، قوطی‌های فلزی و یا سنگ به عنوان پرکننده فضا استفاده کرد[۲۹]. شکل ۷ و ۸.

شکل۷- استفاده از صفحات چوبی ممتد و قوطی های فلزی [۳۰]

شکل۸- ساخت دیوارها با استفاده از لاستیک‌ها[۳۰]

۴.۶. کیفیت فضا

تحقیقات اخیر نشان داده است که تایرها هیچ خطر احتمالی ای ناشی از وجود مواد ضایعات و یا تاثیرات مخرب بر آب‌های سطحی ندارند. تایرهایی که در این ساختمان‌ها استفاده می‌شوند به اندازه ۱/۵ تا ۶ اینچ با گچ پوشیده می‌شوند و ضرورتاً از فضای زندگی جدا می‌شوند. قرار گرفتن در معرض فرش معمولی خطرناکتر از لاستیک‌های پوشیده شده با گچ هستند! شاید این گفته‌ها واقعیت داشته باشند که هزاران نفر از مردم بیشتر از ۲۵ سال است که بدون هیچ گزارش شکایتی از کیفیت زندگی، در این خانه‌ها زندگی می‌کنند. مردم عاشق "احساس" این خانه‌های زمینی حجیم هستند[۲۹].

۷. نتیجه‌گیری

همانطور که از مطالعات پژوهش برآمد امروزه با افزایش جمعیت و بزرگتر شدن شهرها روند تولید زباله رو به فزایش است و رها کردن این زباله‌ها در محیط مشکل دیگری است که در این دوره با آن مواجه هستیم و حتی سوزاندن تمام این زباله‌ها انرژی زیادی را مصرف می‌کند. این روند سیاره زمین را روز به روز به مرز نابودی می‌کشاند. در این بین وظیفه هر شخصی است که در حد توان خود بتواند با این روند مقابله کند. یکی از راه‌های مقابله با این مشکل استفاده مفید از برخی از این ضایعات است که در امر ساخت و ساز میتوان این کار را انجام داد. استفاده از لاستیک‌های مستعمل اتومبیل‌ها که در محیط اطراف رها شده‌اند، استفاده از قوطی‌های فلزی و بطری‌های شیشه‌ای، استفاده از مواد زائد حاصل از تخریب دیگر ساختمان‌ها و... روشی از ساخت را ایجاد می‌کنند که نتیجه آن کاهش زباله‌های موجود و همینطور کاهش مصرف انرژی است. این

[1] Bond Beam or Tie Plate

ساختمان‌ها که به آنها بناهای بافت‌زیستی می گویند از نظر مصرف انرژی مستقل هستند و بدون نیاز به افراد ماهر ساخته می‌شوند بنابراین ساختمان‌های کم هزینه در ساخت می‌باشند. ساخت این ساختمان‌ها متاسفانه در ایران به دلیل عدم آشنایی کافی افراد رایج نیست و امید است با انجام تحقیقات و پژوهش‌هایی در این زمینه بتوان از این روش در ایران هم استفاده کرد.

۸. مراجع

۱.پورخباز، ح. و پورخباز، ع. و جوانمردی، سعیده. (۱۳۹۰). سیستم مدیریت دفع و بازیافت مواد زاید جامد شهری، چاپ اول، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، تهران.

۲.مهدوی نژاد، م. و شاپوریان، س.م.ه. و بلورچیان، ر. (۱۳۹۱). تولید مصالح بازیافتی از نخاله های ساختمانی در راستای ارتقای شرایط زیست محیطی نمونه مطالعاتی: استفاده از مصالح بازیافتی در تولید عایق پشم شیشه، اولین همایش ملی حفاظت و برنامه ریزی محیط زیست، همدان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، شرکت هم اندیشان محیط زیست فردا، ۲.

3. Goumans, J.J.J.M. and van der Sloot, H.A. and Aalbers, T.G. (1994). Environmental Aspects of Construction with Waste Materials: Proceeding[s] of the International Conference on Environmental Implications of Construction Materials and Technology Developments, Maastricht, the Netherlands, 1-3 June, Elsevier, 553.

۴.آتمن، ع. (۱۳۹۵). معماری سبز: مواد و تکنولوژی‌های پیشرفته، ویرایش اول، نشر اول و آخر، تهران.

۵.سلطانی‌پناه، م. و شالی‌ها، پ. و ناصری، غ. و کریمی کلور، ع. (۱۳۹۴). تکیه بر مصالح تجدیدپذیر برای رسیدن به معماری پایدار و حفظ محیط زیست نمونه موردی بتن، سومین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران، ۲.

6. Li,R.Y.M. (2014). Construction Safety and Waste Management: An Economic Analysis, Springer International Publishing, 5-6.

7. Addis, W. (2006). Building with Reclaimed Components and Materials: A Design Handbook for Reuse and Recycling, Earthscan, 12-16.

8. Thormark, C. (2006). The effect of material choice on the total energy need and recycling

potential of a building, Building and environment, 1019-1026, 1019-1020.

9. Worrell, E. and Reuter, M. (2014). Handbook of Recycling: State-of-the-art for Practitioners, Analysts, and Scientists, Elsevier Science, 10.

10. www.epa.gov/recycle/recycling-basics. archdaily.com

۱۱. احمدی، س. و جوان مجیدی، ج. (۱۳۹۴). تلفیق مصالح نوین درارتقاء معماری بومی بارویکرد معماری پایدار، همایش بین المللی معماری عمران وشهرسازی در آغاز هزاره سوم، کانون سراسری انجمن های صنفی مهندسان معمار ایران، تهران، ایران، ۶-۲.

۱۲. حق پرست، ف. و دشت گرد، س. ۵۱۳۹۴). حفاظت از محیط زیست و مدیریت بازیافت نخاله های ساختمانی، اولین کنفرانس بین المللی مخاطرات طبیعی و بحران های زیست محیطی ایران، راهکارها و چالش ها، شرکت کیان طرح دانش، مرکز تحقیقات منابع آب دانشگاه شهرکرد، اردبیل، ایران، ۵.

13. Richardson, A. (2013). Reuse of Materials and Byproducts in Construction: Waste Minimization and Recycling, Springer London, 2.

۱۴. مختارپور، ا. و حلت آبادی، ا. (۱۳۹۵). ساخت مبلمان شهری بااستفاده از مصالح بازیافتی، اولین همایش سراسری مباحث کلیدی در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی ایران، گروه آموزش و پژوهش شرکت مهندسی باروگستر پارس، دانشگاه فرهنگیان استان گلستان، گرگان، ایران، ۶.

15. Hendriks, C.F. and Janssen, G.M.T. and Vázquez, E. (2005). Report 30: Use of Recycled Materials - Final report of RILEM Technical Committee 198-URM, RILEM Publ, 27.

16. Chini, A. (2001). Deconstruction and Materials Reuse: Technology, Economic, and Policy, CIB Publication, 78.

17. Treloar, Graham J. and Gupta, Hani. and Love, Peter ED. and Nguyen, Binh. (2003). An analysis of factors influencing waste minimisation and use of recycled materials for the construction of residential buildings, MCB UP Ltd, Management of Environmental Quality: An International Journal, 134-145, 139.

18. Munn, S. and Soebarto, V. (2004). The issues of using recycled materials in architecture, The 38th International Conference of Architectural Science Association, 161-167, 162-163.

19. www.mrmemar.com

20. Thormark, C. (2002). A low energy building in a life cycle—its embodied energy, energy need for operation and recycling potential, Building and environment, 429-435, 429.

21. Www.yourhome.gov.au

22. Bobbette, A. (2005). Earthship Space, PhD diss, McGill University, Canada.

۲۳. قیابکلو، ز. (۱۳۹۲). مبانی فیزیک ساختمان(2 تنظیم شرایط محیطی)، ویرایش ششم، نشر جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، تهران.

24. Ehrhardt, J. (2000). Earthship building ,an ecocentric method of construction, Building standards, 25-27,
25. Grindley, P.C. and Hutchinson, M. (1996). The thermal behaviours of an earthship. Renewable energy, 8(1-4), pp.154-159, 155-156

26. www.growingheartfarm.com/earthship-tire-building

27. Freney, M. (2009). Earthships: sustainable housing alternative, International Journal of Sustainable Design, 1(2), 223-240, 222

28. Reynolds, M. (2000). Comfort in Any Climate, Solar Survival Press, 48,52,58.

29. www.pinterest.com