

ارزیابی و بررسی اقتصادی استفاده از بطری Panel و 3D Panel در کاهش هزینه‌های ساخت و ساز مسکن

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۳۱

کد مقاله: ۲۷۶۸۰

رحیم امین زاده^۱، مسعود بهشتی راد^۲، کرملی عظیم زاده^{۳*}

چکیده

زمینه و هدف: ایده استفاده از بطری های آب معدنی با مشاهده سازه سه بعدی 3D پانل و سقف کوبیاس آغاز گردید به این نحو که در صورت استفاده از بطری های آب معدنی در دل سازه سه بعدی 3D پانل نقشی همانند توپ های پلی اتیلنی پر تراکم که جهت کاهش وزن و کاهش حجم بتن مصرفی در سقف کوبیاس مورد استفاده قرار گرفته اندرا دارند. و در سازه سه بعدی 3D پانل کاهش میزان مصرف یونولیت بکار رفته در این سازه را در پی خواهد داشت. همچنین از طرفی با کاهش میزان مصرف یونولیت غیرقابل تجزیه از تولید این محصول تا حدودی جلوگیری به عمل خواهد آمد و هم اینکه بطری های آب معدنی از محیط زیست جمع آوری خواهند شد. در همین راستا تلاش های مختلفی شده است که در این تحقیق سعی گردید علاوه بر استفاده از بطری های پلاستیکی از یونولیت های بکار رفته در سازه سه بعدی 3D پانل بطور مشترک استفاده گردد تا ضمن استفاده از بطری های آب معدنی و جمع آوری و کاهش تعداد بطری های رها شده در جوامع شهری استفاده بهینه تری هم از بطری های آب معدنی گردد و هم اینکه افزایش وزن به نسبت به 3D پانل جلوگیری بعمل آید. در این مقاله با ساخت نمونه های جدید در قالب بلوک های تک سلول های کوچک از بطری پانل، 3D پانل که مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج در خور توجه آنها مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی: جهت دستیابی به اهداف تحقیق ما با استفاده از مواد مختلف از جمله بطری های آب معدنی، یونولیت و سازه های سه بعدی 3D پانل به تحلیل فرضیات مورد نظر دامن زدیم. این تحقیق کاربردی و از لحاظ رویکرد ماهیت «توصیفی-تحلیلی» دارد.

یافته ها: فرضیه های کاهش هزینه های ساخت دیوار، مقاومت فشاری، کاهش تعداد بطری های رها شده در محیط زیست و کاهش مصرف یونولیت مورد تایید قرار گرفت که تاثیر بسزایی در ساخت دیوار های بطری پانل برای ساختمان ها به همراه دارند. نتایج به دست آمده از تحلیل نتایج آزمایشگاه و فرضیه ها نشان داد در مجموع از نظر صرفه اقتصادی و کاهش مصرف یونولیت دیوارها ساخته شده با بطری های آب معدنی نسبت به دیوارهای مشابه (3D Panel) در برخی موارد عملکردی مشابه و در برخی موارد دیگر از عملکرد مناسب تری برخوردار می باشند.

واژگان کلیدی: بطری های آب معدنی، پلی اتیلن ترفتالات (PET)، 3D پانل، بطری پانل، یونولیت، صرفه اقتصادی

۱- استادیار گروه عمران، دانشکده مهندسی عمران و معماری دانشگاه فنی و حرفه ای تهران، ایران.

۲- استاد گروه عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سیرجان.

۳- دانشجوی مقطع کارشناس ارشد مهندسی عمران، مدیریت ساخت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد سیرجان، ایران. (نویسنده مسئول)

۱- مقدمه

در سال های اخیر مبارزه با آلودگی های زیست محیطی بیشترین توجه کشورهای جهان را به خود معطوف نموده است. در حقیقت این آلودگی ها محصول جمعیت و پیشرفت تکنولوژی صنعتی می باشد که مستلزم بکارگیری روش ها و برنامه ریزی گسترده در این حوضه می باشد. برای همین منظور کنترل دهها هزار نوع مواد سمی و خطرناک در محیط، بخش عمده ای از مبارزه بر علیه آلودگی های زیست محیطی را تشکیل داده است. لذا در سال ۱۹۷۵ موضوع بازیافت مواد زائد به شکل جدی در دستور کار و برنامه ریزی جهت دفع زباله ها آغاز گردید. امروزه بازیافت طوری مورد استقبال کشورهای جهان قرار گرفته است که جزء لاینفکی از مدیریت مواد زائد به شمار می رود. (مرادی ۱۳۸۷). معمولاً از بطری های خالی پلاستیکی در موارد گوناگون و بطور مجدد استفاده می شود که بیشترین استفاده از این مواد برای تولید لوازم پلاستیکی بازیافتی از جمله پتو، لباس اسکی، کیسه خواب و غیره می باشد. همچنین در ساخت ساختمان های سستی اکثر، کشورهای همچون نیجریه، آرژانتین و تایلند و حتی در بعضی از نقاط کشور عزیزمان ایران در چندین مورد از بطری های نوشیدنی جهت ساخت ساختمان با بطری پلاستیکی اجرا گردیده و از این طریق پیام اهمیت و ضرورت استفاده و بکارگیری از بطری های پلاستیکی را برای همگان آشکار نمودند. بیشترین شکل استفاده از بطری های پلاستیکی جهت ساخت دیوار به گونه ای می باشد که با استفاده از خاک در درون بطری ها و قرار دادن آنها روی هم و استفاده از ملات خاک یا سیمانی بین رج های آنها و بستن سر بطری ها توسط یک طناب پلاستیکی جهت یکپارچه شدن بطری ها با یکدیگر می باشد از آنجائیکه هزینه ساخت و ساز این نوع سازه ها نسبت به سایر مصالح دارای قیمت ارزان و هزینه پایین تری می باشد همچنین از جمله مواردی که می تواند به آن اشاره نمود هزینه های زیاد ساخت مسکن و نیاز روز افزون تهیه مسکن برای جوانان با قدرت خرید پایین می باشد که در سایر کشور های با استفاده از بطری های خالی از نوشیدنی ها سعی بر رفع مشکلات مالی و پاکیزه نگه داشتن محیط اطراف خود شده است. که اهمیت موضوع را در سایر جوامع و ملل و نیاز به تهیه مسکن ارزان و مقاوم را بیان می نماید. پس می تواند نتیجه گرفت بازار مستعد و پویای این صنعت در پیش روی مهندسین عمران و ساختمان خواهد بود.

۲- بیان مساله

در حال حاضر میزان مصرف آب های بطری شده به دلیل عدم اطمینان مردم به کیفیت آب لوله کشی شهری در حال افزایش است. با توجه به اینکه عمده مصرف کنندگان آب بطری شده نگرانی از کیفیت آب لوله کشی شهری را دلیل مصرف آب بطری شده اعلام کرده اند و همین موضوع عامل مصرف آب های بطری شده در ایران را به سرعت افزایش داده است. آثار زیست محیطی ناشی از بطری های پلاستیکی PET شامل مواردی نظیر عدم تجزیه زیستی این بطری ها و افزایش حجم زباله های تولیدی، همچنین مصرف انرژی بیشتر ناشی از تولید و حمل و نقل بطری های آب در قیاس با شبکه لوله کشی می باشند. لذا بررسی علل تمایل مردم به استفاده از آب های بطری شده با توجه به اثرات بهداشتی و زیست محیطی دفع بطری های ناشی از آن می طلبد که با فرهنگ سازی و اطلاع رسانی مناسب به شهروندان و ایجاد اطمینان لازم در خصوص قابل قبول بودن کیفیت آب شرب شبکه در بین مردم و حتی سمی بودن آبهای بطری شده، می تواند از مصرف بی رویه آب های بطری شده و اثرات بهداشتی و زیست محیطی ناشی از آن را کاهش داد. (پشم تاب، ۱۳۹۶). همزمان با کاهش مصرف و ایجاد راهکارهای عملی جهت استفاده مجدد از بطری های آب معدنی از اثرات منفی وجود بطری های پلاستیکی در محیط زیست جلوگیری بعمل آید. در سالیهای اخیر تمرکز بیشتری روی نحوه جمع آوری و استفاده مجدد از برخی ضایعاتی صورت گرفته است که می توانند دوباره در چرخه مصرف قرار بگیرند. اولین گام در راستای حفظ محیط زیست تفکیک مناسب زباله ها و گام بعدی بازیافت برخی از ضایعات به مواد قابل استفاده می باشد. امروزه نگاه دیگری به ضایعات وجود دارد و آن، بازیافت زباله ها به چرخه مصرف در زمینه ایجاد مصالح ساختمانی است. این نگرش حاکی از اینست که ضایعات فقط از تخریب ساختمان ها یا جاده سازی و غیره حاصل نمی شود بلکه زباله های تولید شده روزانه مانند زباله های خانگی یا تجاری میتواند با فرآیند بازیافت به یک مواد و مصالح قابل استفاده در ساختمان سازی تبدیل گردد (سپهری، ۱۳۹۵). حال با توجه به اینکه سازه سه بعدی 3D پانل علاوه بر مزایای معرفی شده از آن، دارای یک سری معایب مانند هزینه بالای خرید بوده که می تواند سازه سه بعدی 3D پانل به نحوی بهینه تر تهیه و ساخته شود و با کاهش حجم یونولیت بکار رفته در آن هزینه ساخت این محصول صنعتی را کاهش داد و همچنین بدلیل عدم تجزیه پذیری یونولیت مجبور به تولید محصولی غیر قابل بازیافت در صنعت نباشیم و تولید آن را بصورت حداقلی انجام دهیم. می تواند به این نکته اشاره نمود که به تنهایی استفاده از مواد غیر قابل تجزیه و جمع آوری آنها از محیط زیست جهت حفظ و حراست از طبیعت کافی نمی باشد و باید از تولید این گونه محصولات جلوگیری بعمل آید. در همین راستا با استفاده مشترک بطری های آب معدنی با یونولیت سازه سه بعدی 3D پانل و با کاهش حجم استفاده از یونولیت هزینه تولید سازه سه بعدی 3D پانل را کاهش خواهد داد و از طرفی بدلیل ارزشمند شدن این بطری ها سعی و تلاش جهت جمع آوری بطری های آب معدنی از سطح معابر شهری و بیرون

شهری باعث خواهد گردید حجم قابل توجهی از آنها جمع آوری و از تعداد آنها در محیط زیست کاسته می گردد. مزایای استفاد از بطری های آب معدنی می تواند به هزینه کمتر نسبت به یونولیت، کاهش هزینه های باز تولید بطری به سایر محصولات بازیافتی، در دسترس بودن بطری های آب معدنی، جلوگیری از تولید زباله غیر قابل تجزیه صنعتی، جمع آوری زباله ها از محیط زیست و استفاده مجدد از آنها اشاره نمود. بطری های پلاستیکی برای یک مرتبه تولید می شوند و بعد از یک بار استفاده، چون استفاده دیگری ندارد دور ریخته می شود. بنابراین به جای دور ریخته شدن مجدد مورد استفاد قرار می گیرد و هزینه باز تولید مواد پلاستیکی به محیط زیست تحمیل نمی شود حال آنکه تولید یونولیت علاوه بر، هزینه بر بودن و عدم سازگاری با محیط زیست و عدم وجود تاریخ بازیافت صدمات جبران ناپذیر دیگری را به دنبال خواهد داشت. باید توجه داشت که دیوارهای 3D پانل عمدتاً نقش جدا سازی و تقسیم فضا را در ساختمانها ایفا می کند و به همین سبب در باربری و نقش سازه ای آنچنانی در ساختمان ایفا نمی کند. جایگذاری بطری ها در دل این دیوارها سبب می شود که عامل جدا سازی دیوار ها پابرجا باشد و همچنین وزن و سربار اضافه ای به ساختمان تحمیل نشود چراکه وزن تمام شده بطری ها تقریباً برابر با وزن یونولیت بکار رفته در این دیوارهای جدا کننده می باشد. قرار دادن بطری در این دیوارها و محصور شدن آنها بین دو لایه نازک یونولیت و دو لایه بتنی هیچ خلل در عملکرد این گونه دیوار ها ایجاد نمی کند.

۳- اهمیت و ضرورت تحقیق

مصرف روز افزون مواد پلاستیکی باعث گردیده که حجم زیادی از این پلاستیک ها پس از مصرف بصورت ضایعات دور ریخته شوند. یکی از دلایل ازدیاد مصرف پلاستیک و مواد پلاستیکی (بطری) توسعه صنایع پتروشیمی و نفت می باشد. کالاهای پلاستیکی غالباً از مواد پلیمر مصنوعی ساخته می شوند که در مقابل عوامل محیطی مقاوم می باشند و بطور کامل در طبیعت تجزیه نمی شوند. همچنین این محصولات بدلیل داشتن ترکیبات شیمیایی و خاصیت مهاجرت قسمتی از ترکیبات شیمیایی خود با محتویات درون خود باعث اثرات سوء بهداشتی برای مصرف کننده را به همراه دارد که گزارشات متعدد از این نوع مهاجرت به مواد غذایی و آب معدنی شده است. همچنین استفاده روز افزون و گسترده پلاستیک PET به لحاظ خصوصیات منحصر به فرد آن و دارا بودن اثرات منفی بر روی سلامتی بشر و محیط زیست بسیار مورد توجه قرارگرفت بطوری که بررسی ها نشان می دهد مقادیر قابل توجهی از ترکیبات مونومرهای PET در مواد غذایی که در آنها از بسته بندی پلی اتیلن ترفتالات استفاده گردیده است وجود دارد. همچنین بالا بودن میزان استرهای اسید فتالیک که از اجزا مهم در ساخت پلیمرهای PET است در آب های زیر زمینی واقع در مناطق دفع زباله وجود دارد. بررسی های موجود نشان می دهد که استرهای فتالات و متابولیت آن اثر بازدارندگی بر تولید مثل ارگانیسم های آبزیان داشته و اثرات سوء بر موجودات خشکی مانند بازدارندگی تولید مثل جوندگان، سرطانزایی، ناهنجاری های جنینی، ناهنجاری های نوزدان و جهش زایی در موشها شده است. اهمیت و ضرورت بازیافت محصولات تولید شده از PET به حدی جدی می باشد که مطالعات فراوان در این حوضه انجام و با ارائه راهکارهایی سعی گردید تا از اثرات منفی ورود محصولات پلاستیکی PET که بیشتر برای بسته بندی آب استفاده می شود جلوگیری و به حداقل برسد. بطور کلی منافع حاصل از بازیافت PET یا زیست محیطی هستند و یا اقتصادی و هر کدام به نوبه خود دارای اهمیت می باشند. (مرادی ۱۳۸۷).

ضرورت قطع چرخه و زنجیره مواد غیر قابل بازیافت پلاستیکی از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد همچنین استفاده از بطری خالی به عنوان یک ماده پر کننده در ساخت دیوار های ساختمان، در کنار یونولیت جهت کاهش هزینه ها و کاهش وزن ساختمان، خود یک موضوع می باشد که نیازمند بررسی دارد. از آنجائیکه که مسکن ارزان قیمت یکی از دغدغه های جوانان می باشد استفاده از بطری های پلاستیکی در ساخت دیوار به میزان قابل توجهی هزینه های ساخت را کاهش خواهد داد بنابراین استفاده از بطری های خالی به عنوان یک ماده جایگزین جهت ساخت مسکن ارزان قیمت دارای اهمیت می باشد که نیازمند بررسی و تحقیق در این حوضه می باشد.

۴- اهداف تحقیق

از نظر اقتصادی: کاهش هزینه ساخت دیوار و کاهش مصرف یونولیت بعنوان ماده غیرقابل تجزیه
از نظر مقاومت: افزایش مقاومت فشاری
از نظر محیط زیست: جمع آوری بطری های آب معدنی

۵- تحقیقات داخلی و خارجی

استفاده از مواد دور ریز و غیر قابل تجزیه و ارائه راهکار جهت بکارگیری مجدد زباله امری پسندیده و متداول در اکثر کشورهای جهان می باشد که دارای زمینه های اقتصادی و زیست محیطی می باشد همچنین ذکر این نکته خالی از لطف نمی باشد که به تنهایی استفاده مجدد از این محصولات غیر قابل تجزیه جهت حفظ محیط زیست کافی نبود و جهانیان به سوی کاهش تولید مواد غیر قابل تجزیه در حال پیشرفت می باشند و در همین زمینه تحقیقات داخلی و خارجی متفاوتی وجود دارد از جمله :

موسوی و همکاران (۱۴۰۰) در تحقیقی با عنوان ساخت خانه زیست سازگار با محیط با استفاده از اکوپریک های ساخته شده از پسماند های بازیافتی به عنوان مصالح ساختمانی سبز ضمن اشاره به در حال افزایش بودن جمعیت جهان و نیاز مبرم به منابع جدید انرژی و مواد، آلودگی های ناشی از استفاده از سوخت های فسیلی و گسترش بیماری ها مختلف سبب شده که بازیافت و استفاده مجدد از انرژی طبیعی به عنوان یکی از راهکارهای حل مشکلات معرفی شد. استفاده از مصالح و موادی که قابلیت بازیافت و کاربرد مجدد دارند می توانند علاوه بر ایجاد نشاط و شادابی در بروز حس مسئولیت نسبت به طبیعت، مشکلات به وجود آمده ناشی از استفاده از مصالح ساختمان های صنعتی را کاهش داده و به دنبال آن در کاهش هزینه های پسماند پلاستیکی غیر قابل تجزیه به انسان ها و طبیعت کمک کند. در واقع ساخت خانه های زیست سازگار با محیط دارای اصول و قواعد خاص خود بوده که شامل صرفه جویی در منابع انرژی مورد نیاز از طریق بازیافت و استفاده مجدد مواد، حفظ انرژی و کاهش مصرف آب می باشد. انواع اکوپریک های تولید شده از بطری های پلاستیکی شامل اکوپریک های از نوع بلوک یا آجر ساختمانی است که به جای سیمان و ماسه و شن از پلاستیک غیر قابل بازیافت استفاده و با بسته بندی پوست چیپس، کیک، پفک، بیسکویت و یونولیت، فیلتر های سیگار فاقد توتون انواع دستکش های پلاستیکی و سایر پلاستیکهای رنگارنگ و انواع نی های پلاستیکی، سلفون، چسب های نواری، انواع تیوپ خمیر دندان، ورقه دارو، انواع کیسه فریزر، درون بطری پلاستیکی متراکم شده استفاده می شود همچنین در تهیه این نوع از اکوپریک ها به هیچ عنوان نباید از مواد تجزیه پذیر و پسماند تر در بطری های پلاستیکی استفاده نمود و به عنوان بلوک در دیوارها استفاده می شود. نوع دیگر از اکوپریک ها نوع فشرده نام دارد که در تهیه آن از مواد پلاستیکی غیر قابل بازیافت و غیر قابل استفاده در نوع اول (اکوپریک بلوکی یا آجری) می باشد. در واقع پس از جمع آوری پسماندها و تمیز کردن آنها، پسماند خورده شده و پس از دادن حرارت به آنها و ذوب مواد، توسط دستگاه هیدرولیکی به ضخامت های مختلف فشرده و در رنگهای مختلف تولید و با قیمت تمام شده کمتر بکار گرفته می شوند.

منصور و علی (۲۰۱۵). در تحقیقی با استفاده مجدد از بطری های پلاستیکی به عنوان یک ماده ساختمانی جایگزین پایدار به بررسی عملکرد سازه ای و حرارتی بلوک های بتنی سنتی و بلوک های ساخته شده با بطری های پلاستیکی پر شده با ماسه خشک، ماسه اشباع و پر از هوا (بطری خالی) که توسط ملات ماسه سیمان به هم پیوند خورده اند مورد آزمایش و بررسی قرار داد که نتایج به شرح ذیل می باشد: بلوکهای بطری دار پر شده با هوا، کمی مقاومت بیشتری نسبت به بلوکهای بطری دار با سایر پر کننده ها دارد و ثابت شده که دارای پایداری سازه ای با ضریب اطمینان بالا می باشد. بلوکهای بطری دار پر شده با هوا می تواند جهت ساخت پارتیشن (در ساختمانهای چند طبقه) یا دیوار حمال با یک سقف دالی در ساختمان یک طبقه با ضریب اطمینان ۵/۸ مورد استفاده قرار گیرد. مواد پر کننده همچنین بر اساس مشخصاتشان مورد بررسی قرار گرفتند علاوه بر این مدل پیشنهادی اتاق توسط نرم افزار جهت بررسی رفتار اتاق ساخته شده مورد بررسی قرار گرفت و جهت مقایسه اتاق های ساخته شده با بلوکهای معمولی سنتی نشانگر این موضوع می باشد که بطری های پر شده با هوا دارای مشخصات عایق کنندگی بسیار بهتری نسبت به مدل ها سنتی ساخته شده می باشد. بنابراین استفاده از بطری های پلاستیکی به عنوان یک ماده پر کننده ساختمانی نه تنها از دفن شدن زباله آنها جلوگیری می کند بلکه به عنوان یک عایق حرارتی قابل قبول می باشد که همچنین از لحاظ سازه ای، پایدار و نگرانی های زیست محیطی را بر طرف می کند.

تافی و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی به بررسی مشخصات و ویژگی های آزمایشگاهی آجرهای سازگار با محیط زیست همراه با پلاستیک های دور ریز و بطری های پلی اتیلن ترفتالات (PET) پرداختند. و هدف از این تحقیق امکان استفاده از آجرهای سازگار با محیط زیست و بکار گیری مصالح دور ریز و پلاستیک های تولید شده از تمام تولیدات بسته بندی شده و بازیافت آنها به نحوی که بتواند از پلاستیک های دور ریز را درون بطری های پلاستیکی به شکل یکنواخت متراکم و به بررسی خصوصیات و ویژگی های این نوع مصالح و مقایسه با مصالح سنتی از نظر عایق صوت و میزان انتقال نور مورد ارزیابی قرار داده است. نتایج حاصل از آن نشان می دهد که آجرهای زیست محیطی می تواند به عنوان یک منبع بادوام جهت مقاصد ساخت و ساز مورد استفاده قرار گیرد.

البکری^۱ و همکاران (۲۰۱۳). در تحقیقی به بررسی بتن های ساخته شده از ذرات درشت اصلاح شده پلی استایرن پرداختند. در ساخت این نوع از بتن قبل از ورود به خورد کن می بایست قطعات پلی استایرن به قطعات تقریباً یک سانتیمتر خورد و پس از خورد نمودن و آسیاب کردن قطعات بزرگ پلی استایرن آنها را در کوره به مدت ۲ دقیقه قرار و به میزان ۶۵-۶۸ درصد کاهش حجم منقبض و به ذرات درشت ۱۵ الی ۲۰ میلیمتری تبدیل شوند. که با نسبت آب به سیمان ۰/۴، ۰/۵، ۰/۶ تهیه شده است و با نسبت های متفاوت از دانه بندی ریز و درشت تحت آزمایش مقاومت فشاری و وزن مخصوص قرار داده شده اند که نتایج آزمایش ها پس از مقایسه بین نمونه های ساخته بتن معمولی و بتن های حاوی پلی استایرن پس از ۲۸ روز به این شرح می باشد.

مقاومت فشاری نمونه های مکعبی بتن معمولی از مقاومت فشاری نمونه های مکعبی حاوی پلی استایرن به میزان ۲۳ درصد بیشتر می باشند و وزن مخصوص بتن های حاوی پلی استایرن در مقایسه با بتن های معمولی به میزان ۳۰ درصد کمتر می باشند و با توجه به وزن مخصوص بتن های سبک (۱۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب)، بتن های حاوی پلی استایرن به عنوان بتن سبک وزن دسته بندی می شوند.

رفعتی و همکاران (۱۳۸۵). در تحقیقی به بررسی ارزش بازیافت PET بدلیل و قیمت ارزان نسبت به سایر مصالح مثل شیشه و فلز، مقاومت بالا در برابر شکستگی، دما و نفوذ گاز و میزان مصرف این محصول در ایران اشاره شده بدلیل موفقیت روش استفاده از مراکز خرید در امر جمع آوری و بازیافت کاغذ باطله و قابلیت بیشتر آن جهت جمع آوری بطری های PET پس از مصرف از مبداء تولید بدون آغشته شده با مواد آلاینده خارجی و در نتیجه صرف هزینه کمتر جهت شستشو بطری ها جهت بازیافت آنها، این روش در مدت زمان ۵ سال در منطقه ۱۳ تهران مورد ارزیابی و آنالیز اقتصادی قرار گرفته است. جهت ارزیابی اقتصادی این طرح، تمامی هزینه ها از مرحله ساخت مراکز خرید، خرید بطری های PET از مردم تا آسیاب و تبدیل آن به پرک محاسبه شده است. منظور از محاسبه هزینه PET تا مرحله پرک به این معنی است که اکثر فعالیتهای موجود در حال حاضر به تولید پرک ختم شده است که این پرک ها اکثراً صادر می گردد. که شامل هزینه های ثابت و جاری می باشد. هزینه های ثابت مانند: ساخت غرفه، ساخت متراکم ساز، خرید میز و صندلی و خرید آسیاب پرک کننده که این هزینه ها در اوایل اجرای طرح در سال ۱۳۸۴ وجود داشته و هزینه های جاری شامل: اجاره محل غرفه، دستمزد متصدی غرفه، دستمزد بازرسی غرفه، سرویس جمع آوری هفتگی، خرید PET از مردم، اجاره واحد بازیافت، دستمزد پرسنل واحد بازیافت، هزینه های جانبی غرفه و هزینه های پیش بینی نشده می باشد. بررسی ها نشان داد در سال اول بهره برداری (۱۳۸۵) یا سال دوم اجرای طرح، هزینه ها تنها شامل هزینه جاری غرفه بوده که باز هم سود سال دوم بدلیل بالاتر بودن هزینه های جاری از درآمد منفی گردید. این طرح از اواسط سال ۱۳۸۶ هزینه و در آمد سر به سر و سود آوری از سال ۱۳۸۷ آغاز می گردد و نهایتاً در پنج سال اول طرح به لحاظ اقتصادی دارای توجهی بوده با در نظر گرفتن تورم سالیانه ۱۰ درصد موفق نامگذاری کرد. البته لازم به ذکر است که قبل از اجرای هر گونه طرح در ارتباط با زباله، آموزش مردم و فرهنگ سازی برای همکاری آنها با طرح، امری مهم و ضروری بوده و بدون این مهم حتی سود آورترین طرح ها نیز در اجرا و در شرایط واقعی به شکست مواجه خواهند شد.

(قاسمی، ۱۳۸۳). در این مطالعه مشخص گردید که میزان تولید PET در هر منطقه از شهر قم با فاکتورهای مختلفی نظیر موقعیت زمانی، مکانی، وسعت منطقه و ویژگی ها فرهنگی بستگی دارد.

۶- روش تحقیق

در این مقاله از روش نمونه گیری احتمالی ساده و حجم نمونه ها بسته به نیاز تعیین شده است همانگونه که در مقدمه توضیح داده شد روش تحقیق کاربردی و از لحاظ رویکرد ماهیت (توصیفی-تحلیلی) می باشد همچنین روش کار به موضوع، امکانات و اهداف تحقیق بستگی دارد. در تحقیق حاضر با توجه به اینکه هدف اصلی کاهش هزینه ساخت دیوار، افزایش مقاومت فشاری، جمع آوری بطری های آب معدنی و کاهش مصرف یونولیت بعنوان ماده غیر قابل تجزیه می باشد. لذا برای تدوین چارچوب نظری تحقیق و مروری بر تحقیقات پیشین از روش اسنادی نیز بهره گرفته شده است. به منظور جمع آوری اطلاعات، آمیزه ای از روش های تحقیق کتابخانه ای و میدانی استفاده می شود. روش تجزیه تحلیل به کمک ماشین حساب و ترازو، جک های فشاری صورت می گیرد.

۷- بررسی و تحلیل یافته ها

با مقایسه وزن بین بلوکهای تک سلولی به ابعاد ۱۰*۱۰*۳۰ برای دیوار با عرض ۱۰ سانتیمتر به وزن ۲٫۹۳ کیلوگرم، بلوکهای به ابعاد ۱۰*۱۵*۳۰ سانتیمتر برای دیوار با عرض ۱۵ سانتیمتر به وزن ۳٫۴۶ کیلوگرم ساخت شده و بلوکهای تک سلولی به ابعاد ۱۰*۲۰*۳۰ سانتیمتر برای دیوار با عرض ۲۰ سانتیمتر به وزن ۴٫۱۰ کیلوگرم ساخت شده بطری پانل با سازه سه بعدی 3D

1 Al Bakri.

پانل مشخص گردید که نتایج حاصل از آزمایش توزین، تمام نمونه ها با عرض ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتیمتر ساخته شده از بطری پانل با نمونه های سازه سه بعدی 3D پانل وزنی برابر با یکدیگر داشته و تفاوت قابل ملاحظه ای با یکدیگر ندارند ولی وزن نمونه ای که درون آن تا نیمه از ماسه پر شده بود به میزان استفاده از ماسه خشک در درون آن (یک کیلوگرم) از سایر نمونه ها بیشتر بود. بررسی ها نشان داد بدلیل قرارگیری یونولیت در فضاهایی بین بطری ها و ایجاد یک سطح یکپارچه از ورود ملات بین بطری ها جلوگیری بعمل آورد و تاثیری منفی بر وزن نهایی بطری پانل نسبت به 3D پانل جلوگیری بعمل می آید. محاسبات اقتصادی نشان می دهد که به ازای کاهش استفاده از یونولیت (غیر قابل تجزیه در محیط زیست) و استفاده از بطری های آب معدنی به جای آن، هزینه تهیه بطری پانل (پانل های ساخت شده از بطری پلاستیکی و یونولیت) برای ابعاد ۱۰*۱۵*۲۰ متر که بصورت پیش فرض در این مقاله در نظر گرفته شده است نسبت به سازه سه بعدی 3D پانل با همان ابعاد مورد مقایسه قرار گرفته و بطور مثال برای دیوارها با عرض 10 سانتی که از بطری ۰.۵ لیتری در تهیه آن استفاده شده است بیش از ۲۷ درصد، برای دیوارها با عرض ۱۵ سانتی که از بطری ۱.۵ لیتری در تهیه آن استفاده شده است بیش از ۴۳ درصد و برای دیوارها با عرض ۱۵ سانتی که از بطری ۰.۷۵ لیتری در تهیه آن استفاده شده است بیش از ۴۳ درصد و برای دیوارها با عرض ۲۰ سانتی که از بطری های ۲ لیتری و نیم لیتری بطور همزمان و مشترک استفاده گردد بیش از ۲۷ درصد و برای دیوارها با عرض ۲۰ سانتی که فقط از بطری های ۲ لیتری استفاده شده بیش از ۳۶ درصد و برای دیوارها با عرض ۲۰ سانتی که فقط از بطری های نیم لیتری استفاده شده بیش از ۲۳ درصد نسبت به هزینه تهیه 3D پانل کاهش هزینه، کاهش استفاده از یونولیت و صرفه اقتصادی دارند. (درصد کاهش هزینه های نوشته شده مربوط به مقایسه هزینه های یونولیت مصرف شده در بطری پانل و 3D پانل می باشد)

همچنین نتایج آزمون جک فشاری برای نمونه های بلوک تک سلولی بطری پانل های با عرض ۱۰ سانتیمتر دارای تحمل نیروی فشاری ۲ نیوتن بر میلیمترمربع برای بلوک با عرض ۱۵ سانتیمتر دارای تحمل نیروی فشاری ۲.۴۸ نیوتن بر میلیمترمربع و برای دیوار با عرض ۲۰ سانتیمتر دارای تحمل نیروی فشاری ۲.۸۷ نیوتن بر میلیمترمربع تحمل نیروی فشاری ثبت نمودن که نسبت به 3D پانل با همان عرض تغییری نداشت. همچنین حداقل تعداد بطری پلاستیکی آب معدنی جمع آوری شده از محیط زیست برای تولید بطری پانل به ابعاد ۱۰*۱۵*۲۰ متر با ضخامت ۱۰ سانتی، تعداد ۶۶ عدد بطری ۰.۵ لیتری نیاز می باشد. برای تهیه بطری پانل با ابعاد ۱۰*۱۵*۲۰ متر به ضخامت ۱۵ سانتی در صورتی که فقط از بطری های ۱.۵ لیتری استفاده گردد تعداد ۴۴ عدد بطری و در صورتی که فقط از بطری های ۰.۷۵ لیتری استفاده گردد تعداد ۶۶ نیاز می باشد. برای تهیه بطری پانل با ابعاد ۱۰*۱۵*۲۰ متر به ضخامت ۲۰ سانتی سه نوع آرایش بطری در نظر گرفته شده است که نشان دهنده این موضوع می باشد که در صورت جمع آوری بطری های پلاستیکی آب معدنی از محیط زیست هیچ گونه محدودیتی جهت تولید این نوع دیوار نخواهیم داشت و به راحتی می تواند از هر سایز از بطری های آب معدنی استفاده نمود. برای آرایش اول در صورتی که از بطری های ۲ لیتری و نیم لیتری بطور همزمان و مشترک استفاده گردد تعداد ۱۶ عدد بطری ۲ لیتری و تعداد ۷۲ عدد بطری ۰.۵ لیتری مورد نیاز می باشد. آرایش دوم در صورتی که فقط از بطری های ۲ لیتری استفاده گردد تعداد ۴۲ عدد بطری ۲ لیتری مورد نیاز می باشد. آرایش سوم در صورتی که فقط از بطری های نیم لیتری استفاده گردد تعداد ۱۳۲ عدد بطری نیم لیتری مورد نیاز بوده که حجم قابل توجهی از بطری های پلاستیکی رها شده در محیط زیست با هر ظرفیتی می توانند برای ساخت بطری پانل از آنها بهره گرفت. از طرفی بدلیل اینکه وزن بطری های آب معدنی خالی بکار رفته برابر با حجم متناظر همان فضای از یونولیت می باشد و از نظر میزان وزن با هم برابر هستند پس تغییر در وزن سازه بطری پانل و سازه سه بعدی 3D پانل بوجود نیامد و بطری های بکار رفته هیچ گونه تغییر در ساختار سازه ای 3D پانل ایجاد نکرده اند و نتایج حاصل از آزمایش های مقاومتی، نشانگر عدم تغییر در مقاومت فشاری را نشان می دهد.



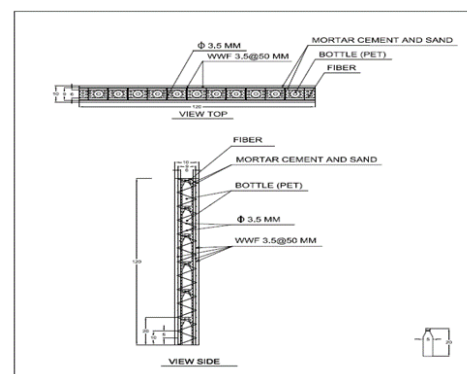
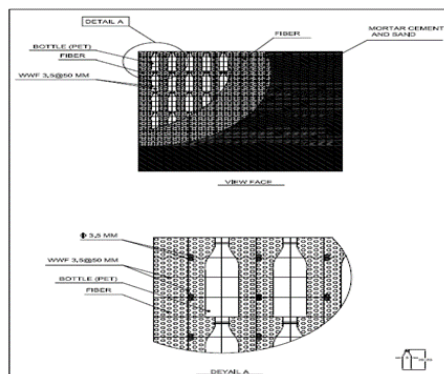
شکل ۱- ساخت نمونه تک سلولی از سازه سه بعدی 3D پانل با ابعاد ۱۰*۱۵*۳۰ سانتیمتر



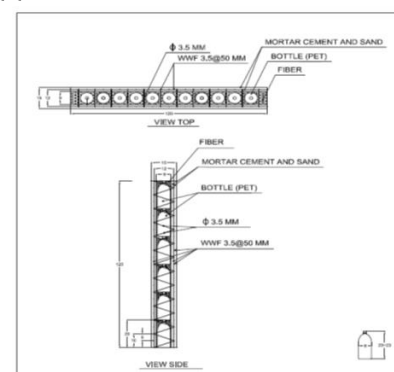
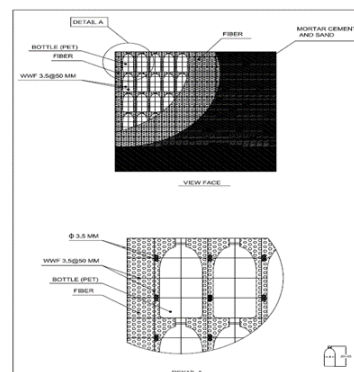
شکل ۲- ساخت نمونه تک سلولی از سازه بطری پانل با بطری خالی با ابعاد ۱۵*۳۰*۱۰ سانتیمتر



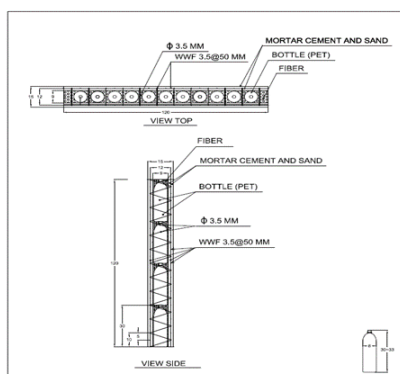
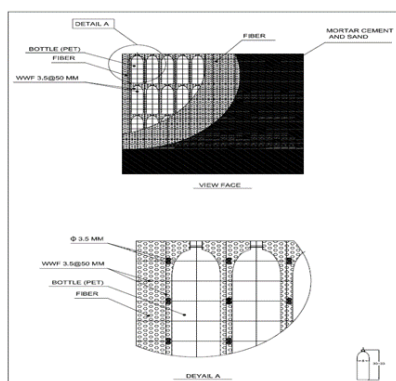
شکل ۳- ساخت نمونه تک سلولی از سازه بطری پانل با بطری نیمه پر شده از ماسه خشک با ابعاد ۱۵*۳۰*۱۰ سانتیمتر



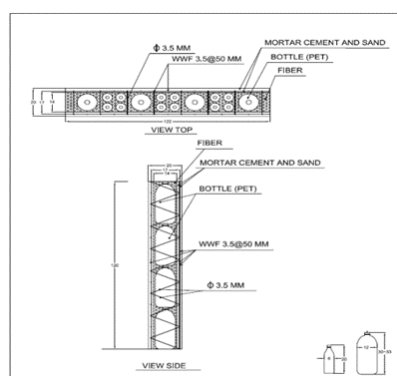
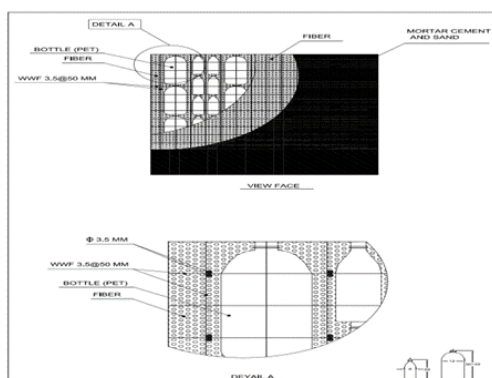
شکل ۴- طرح و نقشه ساخت دیوار بطری پانل با عرض ۱۰ سانتیمتر دارای بطری آب معدنی نیم لیتری همراه با یونولیت



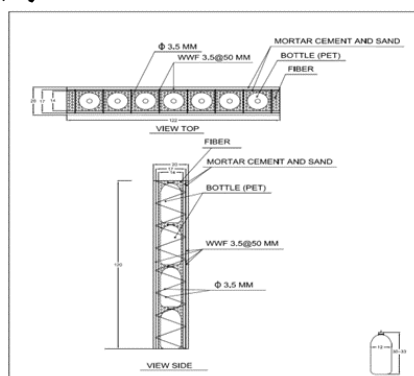
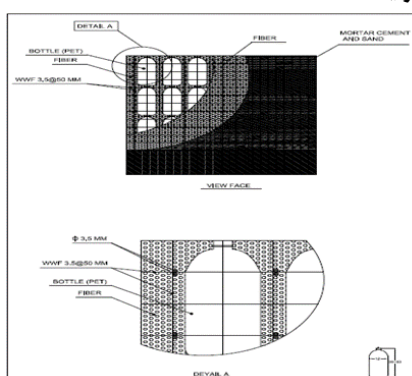
شکل ۵- طرح و نقشه ساخت دیوار بطری پانل با عرض ۱۵ سانتیمتر دارای بطری آب معدنی ۰٫۷۵ لیتری همراه با یونولیت



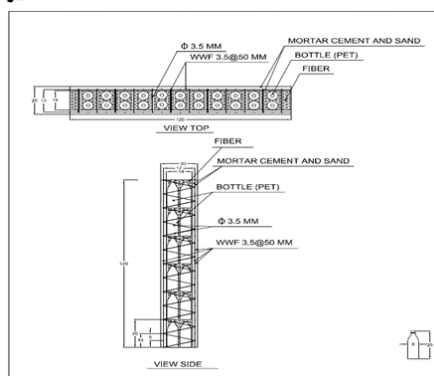
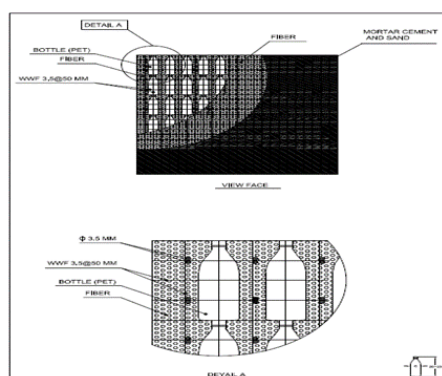
شکل ۶- طرح و نقشه ساخت دیوار بطری پانل با عرض ۱۵ سانتیمتر دارای بطری آب معدنی ۱٫۵ لیتری همراه با یونولیت



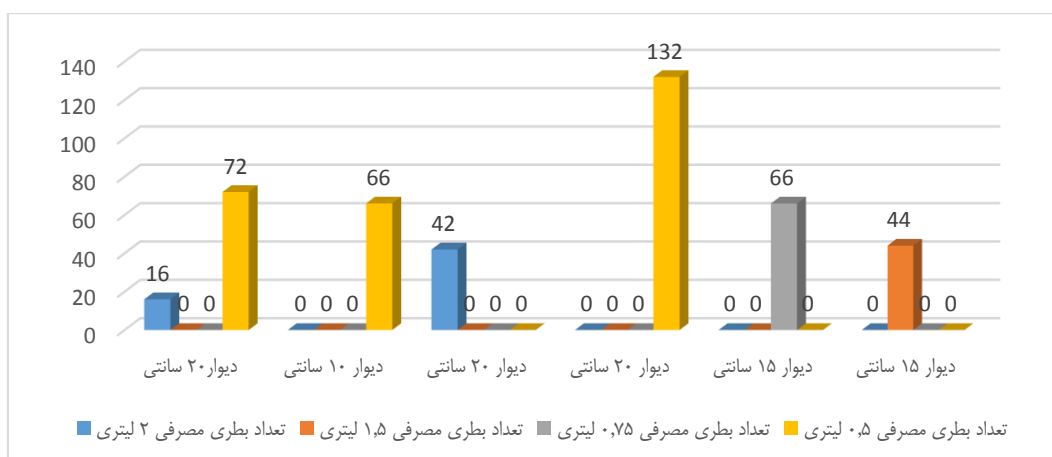
شکل ۷- طرح و نقشه ساخت دیوار بطری پانل با عرض ۲۰ سانتیمتر دارای بطری آب معدنی ۲ لیتری و نیم لیتری همراه با یونولیت



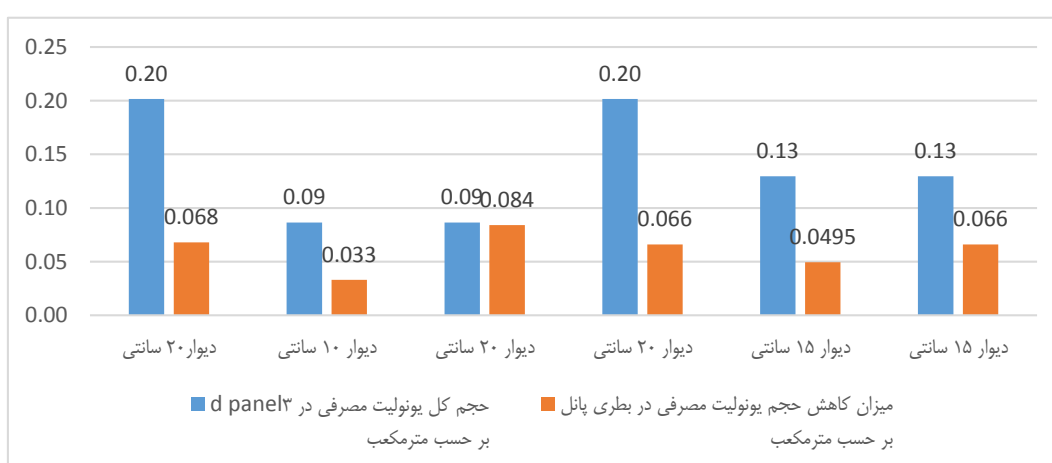
شکل ۸- طرح و نقشه ساخت دیوار بطری پانل با عرض ۲۰ سانتیمتر دارای بطری آب معدنی ۲ لیتری همراه با یونولیت



شکل ۹- طرح و نقشه ساخت دیوار بطری پانل با عرض ۲۰ سانتیمتر دارای بطری آب معدنی ۰٫۵ لیتری همراه با یونولیت



نمودار ۱- آرایش بطری‌های پلاستیکی براساس عرض دیوار غیر باربر بطری پانل، ظرفیت بطری‌های خالی آب معدنی و تعداد بکار رفته در ابعاد پیش فرض به ابعاد ۱,۲۰*۱,۲۰ دیوارها



نمودار ۲- مقایسه میزان مصرف و میزان کاهش مصرف یونولیت در دو نوع دیوارها در ضخامت‌های

۸- نتیجه گیری

با مقایسه وزن بین بطری خالی آب معدنی و یونولیت هم حجم آن مشخص گردید، بطری خالی آب معدنی هم وزن و برابر با یونولیت هم حجم خود بوده و با استفاده از بطری‌های خالی آب معدنی در دل سازه 3d پانل مشخص گردید تغییری در ساختار سازه ای و میزان مصرف بتن پاششی در هر دو نوع از سازه‌های بطری پانل و 3d پانل ایجاد نخواهد شد و همین امر باعث گردید تا تغییری در نتایج حاصل از آزمایش‌های مقاومتی نداشته و میزان مقاومت فشاری برای سازه‌های بطری پانل و 3d پانل با هم برابر و یا دارای اختلاف بسیار ناچیز باشد. البته نتایج حاصل از کاهش میزان مصرف یونولیت غیر قابل تجزیه یکی از نکات قابل اهمیت و مثبت در این مقاله می باشد که در هر نوع از آرایش‌ها با هر عرض از دیواره بطری پانل نسبت به 3d پانل می توان به آن اشاره نمود و نتایج اقتصادی ناشی از کاهش تولید و مصرف محصولات غیر قابل تجزیه (یونولیت) در بطری پانل با عرض ۱۰ سانتیمتر بیش از ۲۷ درصد و برای بطری پانل با عرض ۱۵ سانتیمتر بطور متوسط برای هر دو نوع آرایش بطری بیش از ۳۵ درصد و برای بطری پانل با عرض ۲۰ سانتیمتر بطور متوسط برای هر سه نوع آرایش بطری‌ها بیش از ۲۹ درصد کاهش هزینه و صرفه جویی اقتصادی را نسبت به 3d پانل در پی دارد. (درصد کاهش هزینه های نوشته شده مربوط به مقایسه هزینه های یونولیت مصرف شده در بطری پانل و 3D پانل می باشد) همچنین می تواند نتیجه گرفت جهت ساخت و ساز از دیوارهای غیر باربر، بطری پانل در ساختمان‌های مسکونی استفاده نمود و با قطع زنجیره انباشت بطری‌های پلاستیکی با استفاده مجدد از بطری‌های رها شده در طبیعت، گام‌های موثری در حفظ محیط زیست برداشت. ضمناً از نقطه نظر اجتماعی جهت جمع‌آوری بطری‌های پلاستیکی از سطح معابر شهری با ایجاد دکه‌های جمع‌آوری بطری‌های آب معدنی می‌تواند برای افراد کم‌درآمد و معزنین رها شده از بند اعتیاد با کمترین سرمایه ایجاد اشتغال نمود و به آنها در جدایی از منجلا ب اعتیاد کمک نمود. همچنین ضروری است جهت استفاده از دیوارهای بطری پانل، سایر جوانب ایمنی این نوع از دیوارها مورد بررسی قرار گرفته شود.

منابع

۱. موسوی، سید غلامرضا. شکوهمیان، سکینه. قیاسوند، شیوا. (۱۴۰۰). ساخت خانه های سازگار با محیط با استفاده از اکوپریک های ساخته شده از پسماندهای بازیافتی به عنوان مصالح ساختمانی سبز. اولین کنفرانس ملی مدیریت سبز پسماند. گروه مهندسی بهداشت محیط. دانشگاه علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۲. مرادی، فریده. (۱۳۸۷). PET (پلی اتیلن ترفتالات) و اهمیت بازیافت آن. یازدهمین همایش ملی بهداشت و محیط. دانشکده علوم پزشکی زاهدان، ایران.
۳. رفعتی، مریم. عبدلی، محمد علی. حیدری، معصومه. عصارزاده، آزاده. (۱۳۸۵). مقاله آنالیز اقتصادی طرح پنج ساله جمع آوری بطری های PET با استفاده از مرکز خرید در منطقه ۱۳ تهران، اولین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران، ایران.
۴. ششم تاب، پریرسا. تقی پور، حسن. محمد پور اص، اصغر و شقایق، عبدالرضا (۱۳۹۶) بررسی علل تمایل مردم به استفاده از آب بطری شده با توجه به اثرات بهداشتی و زیست محیطی دفع بطری های ناشی از آنها، هفتمین همایش سراسری محیط زیست، انرژی و منابع طبیعی پایدار
۵. غفوری، یدالله و عمرانی، قاسمعلی (۱۳۸۳). بررسی مسائل و مشکلات بازیافت PET (پلی اتیلن ترفتالات) در ایران و جنبه های بهداشتی بازیافت آن مطالعه موردی شهر قم، هفتمین همایش ملی بهداشت محیط. دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، ایران.
۶. خیرالدین، علی. قاسمی نقیب دهی، ماهان. و دهقان، مرتضی. (۱۳۸۹). مقایسه و بررسی خصوصیات دال های مجوف بادکنکی نسبت به دال های توپر و چگونگی طراحی آن، پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران. دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.
۷. سپهری، فریبا. (۱۳۹۵). مصالح ساختمانی که از بازیافت تولید می شوند. کنفرانس بین المللی نوآوری در علوم و تکنولوژی. بارسلون-اسپانیا.
۸. دستورالعمل طراحی، ساخت و اجرای سیستم های پانل پیش ساخته سبک سه بعدی - نشریه شماره ۳۸۵ (تجدید نظر اول)
9. Al Bakri, A. M., Zarina, Y., Noor, M. N., Kamarudin, H., Ruzaidi, C. M., & Rafiza, A. R. (2013). Study of Concrete using Modified Polystyrene Coarse Aggregate. In Advanced Materials Research (Vol. 740, pp. 502-506). Trans Tech Publications Ltd.
10. Mansour, A. M. H., & Ali, S. A. (2015). Reusing waste plastic bottles as an alternative sustainable building material. Energy for Sustainable Development, 24, 79-85..
11. Taaffe, J., O'Sullivan, S., Rahman, M. E., & Pakrashi, V. (2014). Experimental characterisation of Polyethylene Terephthalate (PET) bottle Eco-bricks. Materials & Design, 60, 50-56.