مدیریت بکارگیری بطری های پلاستیکی جهت ساخت دیوار های سبز بصورت پانل های پیش ساخته

رحیم امین زاده[1*]، کرمعلی عظیم زاده[2*]

چکیده

زمینه و هدف : بکارگیری بطری های پلاستیکی جهت ساخت دیوار بدلیل کاهش هزینه ای ساخت و همچنین جمع آوری انواع بطری های پلاستیکی ازجمله بطری ها نوشابه و آب معدنی در مقطع زمانی موجود که هزینه های تولید و ساخت مسکن افزایش چشمگیری داشته و از طرف دیگر، رها شدن بطری های یکبار مصرف در محیط زیست چهره نابسامانی برای جوامع شهری بوجود آورده است نیاز به راهکاری مدون و برنامه ریزی شده را در این خصوص می طلبد که با بهره گیری از مواد غیر قابل بازیافت به چرخه و زنجیره انباشت مواد پلاستیکی پایان داد و هم در راستای کاهش هزینه و تولید مسکن گامهای موثری برداشت در همین راستا اکثر کشورهای پیشرفته و حتی کشورهای که از نظر اقتصادی دارای مردمی فقیر می باشند قدمهای کوچک و ناپیوسته ای را برداشته که در این مقاله سعی شده است با ساخت شکل منسجم تر و پیشرفته تری از دیوارهای حاوی بطری معرفی گردد. از جمله کشورهای که در آنها ساختمانهایی با بطری پلاستیکی ساخت شده کشورهای نیجریه، آرژانتین ، تایلند و ... اشاره نمود. در صورتیکه در این مقاله با ساخت نمونه های جدید در قالب پانل های یک متر مربعی و سلولهای کوچک که به عنوان نمونه های پژوهشی مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج آن در خور توجه بود را شاهد بودیم.

روش بررسی: جهت دستیابی به اهداف تحقیق ما با استفاده از موارد مختلف از جمله بطری های پلاستیکی، سازه های سه بعدی 3D پانل به تحلیل فرضییات مورد نظر دامن زدیم. این تحقیق کاربردی و از لحاظ رویکرد ماهیت((توصیفی – تحلیلی)) دارد.

یافته ها: پس از بررسی تعدادی از فرضیه‌ها، فرضیه های کاهش هزینه های ساخت دیوار، مقاومت فشاری و کاهش تعداد بطری های رها شده در محیط زیست مورد تایید قرار گرفت که تاثیر بسزایی در ساخت دیوار های سبز برای ساختمان های سبز به همراه دارند. نتایج به دست آمده از تحلیل نتایج آزمایشگاه و فرضیه‌ها نشان داد در مجموع از نظر صرفه اقتصادی و افزایش مقاومت دیوارها ساخته شده با بطری های آب معدنی نسبت به دیوار های مشابهه (3D Panel) از عملکرد مناسب تری برخوردار میباشند.

واژگان کلیدی: بطری نوشابه، بطری های آب معدنی، 3D پانل، پانل ساخته شده از بطری، صرفه جویی اقتصادی، دیوار های سبز

[1] استادیار گروه عمران، دانشکده مهندسی عمران و معماری دانشگاه فنی و حرفه ای تهران، ایران
karamaliazimzadeh@gmil.com

[2] دانشجوی مقطع کارشناس ارشد مهندسی عمران، مدیریت ساخت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد سیرجان، ایران.

۱. مقدمه

کارایی و بازدهی سازه ها رابطه ی مستقیمی با مواد در دسترس، تکنولوژی ساخت و در جهت پیشرفت و کارایی سرویس های مربوطه دارد. به همین دلیل در طی مراحل زمانی، پیشرفت قابل توجهی در شناخت و معرفی مواد جدید، روشها و وسائل ساخت و ساز و سرویس دهی حاصل شده است (رضوی و همکاران، ۱۳۹۲). یکی از مواد مصنوعی که تولید آن در انواع کاربردهای مختلف، روز به روز در حال افزایش است، پلاستیک و ترکیبات پلاستیکی است. پلاستیک با ماندگاری حدود ۳۰۰ الی ۵۰۰ سال یک ماده تجزیه ناپذیر محسوب می شود. ازدیاد مصرف این ماده طی دو دهه اخیر به طور فزآینده ای در جهان محسوس است. براساس برآورد های صورت گرفته همه ساله بیش از یک صد میلیون تن پلاستیک در دنیا تولید می شود که علت آن توسعه صنایع پتروشیمی و نفت و تغییر در الگوهای مصرف بشر است. همچنین بیش از ۷۵ درصد بطری های پلاستیکی مصرفی در دنیا از جنس پلی اتیلن و پلی اتیلن ترفتالات است. (خادمی و چگونیان، ۱۳۹۲). معمولاً از بطری های خالی پلاستیکی در موارد گوناگون و بطور مجدد استفاده می شود که بیشترین استفاده از این مواد برای ساخت و تهیه لوازم پلاستیکی بازیافتی از بطریهای پلاستیکی می باشد همچنین در ساختمان های سنتی اکثر، کشورهای همچون نیجریه، آرژانتین و تایلند و حتی در بعضی از نقاط ایران در چندین موارد از بطری های نوشیدنی جهت ساخت ساختمان با بطری پلاستیکی انجام گردیده است.

۲. بیان مساله

در دنیای کنونی، یکی از معضلات بشر تولید میزان بالای زباله ها می باشد. زباله های که اگر برای جمع آوری آن اقدام مقتضی در زمان مشخصی صورت نگیرد، مشکلات متعددی را برای جامعه بوجود می آورد. در سالهای 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).

با توجه به اینکه ساختمان های سنتی موجود دارای وزن مرده زیاد است و سیستم ساخت و ساز جدید به نوعی این مسئله را با به کار بردن 3d panel که مزایای بیشتری نسبت به مصالح سنتی دارد حل نموده است. استفاده از این روش ساختمانی در مواردی که تولید انبوه مسکن یا ساختمان مورد نظر باشد. به طرح های اقتصادی قابل توجیه منجرب می شود. در مواردی که در طرح های تفصیلی شهری یا مواردی نظیر ساخت مسکن برای

مناطق زلزله زده برنامه های تولید مسکن و ساختمان مدنظر باشد، انتخاب این گزینه ساختمانی می تواند مورد توجه قرار گیرد (نشریه ۳۸۵ معاونت امور فنی، ۱۳۸۶). حال با توجه به اینکه سیستم 3D پانل علاوه بر مزایای معرفی شده از آن، دارای یک سری معایب می باشد. و یا اینکه می تواند به نحوی بهینه تر تهیه و ساخته شود. یعنی با تولید یونولیت در ساخت این محصول صنعتی باعث افزایش هزینه تولید و همچنین بدلیل غیر قابل بازیافت بودن یونولیت مجبور به تولید محصولی غیر قابل بازیافت در صنعت می گردد. جایگزین کردن بطری با یونولیت 3D پانل و یا کاهش حجم استفاده از یونولیت مزایای دارد که از جمله آن می تواند به مواردی همچون هزینه کمتر نسبت به یونولیت، در دسترس بودن، جلوگیری از تولید زباله غیر بازیافت 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 بنابراین 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 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 این دیوارها سبب می شود که عامل جدا سازی دیوار ها پابرجا باشد. قرار دادن بطری در این دیوارها و محصور شدن آنها بین دو لایه بتنی دیوار، هیچ خلل در عملکرد باربری این گونه دیوار ها ایجاد نمی کند و حتی عملکرد مقاومتی بهتری نسبت به 3D پانل دارد. بنابراین اگر دیوار مقاومت و قابلیت باربری داشته و این مقاومت با قرار گرفتن بطری ها دستخوش تغییر نشده و عملکرد مناسب تری دارد ولی از نظر وزن، وزن بیشتری نسبت به 3D پانل دارد.

۳. اهمیت و ضرورت تحقیق

بدلیل افزایش روز افزون استفاده از مواد پلاستیکی و از جمله بطری های پلاستیکی و عدم بکار گیری و استفاده مجدد بطری ها باعث بروز معذلات زیست محیطی شده است که ضرورت قطع چرخه و زنجیره مواد غیر قابل بازیافت پلاستیکی از اهمیت ویژه ای برخودار می باشد همچنین استفاده از بطری خالی به عنوان یک ماده پر کننده در ساخت دیوار های ساختمان، کنار یونولیت جهت کاهش هزینه ها و دنبال کردن کاهش وزن ساختمان، خود یک موضوع می باشد که نیازمند بررسی دارد. بنابراین استفاده از بطری های خالی به عنوان یک ماده جایگزین، نیازمند بررسی و تحقیق داشته و از دیگر موارد ضرورت انجام پروژه کاهش آلودگی در محیط زیست، کاهش هزینه ساخت و در دسترس بودن مصالح می باشد. این ضایعات مشکل عظیمی در آلودگی طبعیت محسوب می شوند. بازیافت پلاستیک ها علاوه بر مسائل زیست محیطی از جنبه های دیگری نیز ضرورت دارند و آن این که منشاء تولید آنها صنایع پتروشیمی می باشند که مواد اولیه گران

بها، تجدید ناپذیر و رو به کاهش همچون نفت خام را مورد استفاده قرار می دهند. از انواع بطری های پلاستیکی بازیافتی در ساخت مواد عایق استفاده می شود و برخلاف الیاف شیشه ای و معدنی هیچ گونه حساسیت پوستی در افراد نصاب و درگیر با آنها ایجاد نمی کند و دارای ضریب انتقال حرارتی[3] ۰/۰۴۳ است. پلی اتیلن ترفتالات[4] جزء موارد مصرفی خانگی می باشد (معطر خرازی، ۱۳۹۱).

یکی از دلایل ازدیاد مصرف پلاستیک و مواد پلاستیکی (بطری) توسعه صنایع پتروشیمی و نفت می باشد. می تواند پلی اتیلن تری فتالات (PET) را از بطری نرم نوشابه ها بازیابی کرد و از آن بالش، لباس اسکی، کیسه خواب ساخت طبق قوانین بهداشتی ساخت ظرف غذا یا نوشابه از پلاستیکهای بازیافتی ممنوع می باشد و یکی از دلایل دیگر ازدیاد زباله های پلاستیکی این مورد می باشد(علوی نخجوانی و قاسمعلی، ۱۳۸۸).

قابل ذکر است از دیگر علل مصرف روز افزون بطری های آب معدنی (آب های بطری شده) که بر اساس نظر سنجی و بطور موردی در شهر مقدس مشهد در سال ۸۹ و ۹۰ انجام شده است مورد بررسی و تحلیل نتایج حاصل از نظر سنجی می تواند به دلایل عمده این موضوع پی برد. از جمله دلایل متعدد مصرف آبهای بطری شده می تواند به کیفیت، مزه بهتر، راحتی، فوائد این آبها برای مصرف کنندگان، در بسیاری از موارد و زمانی که شبکه های خصوصی و دولتی نتوانند کلیه شرایط و استانداردهای ایمنی و میکروبیولوژی و شیمیایی آب را تضمین کنند و یا در مواردی شبکه های آب رسانی به دلیل متعدد از جمله حوادث طبیعی مانند زلزله و خشکسالی آسیب ببیند و حتی مُد اشاره کرد. این تحقیق بر اساس نظر سنجی درباره آبهای بسته بندی از شهروندان مراجعه کننده به مرکز بهداشت مشهد شکل گرفته است که نتایج نشان دهنده ای:

۱- ۵۲ درصد از انگیزه مصرف آبهای معدنی را عدم ابتلا به بیماری

۲- ۳۷ درصد فوائد مصرف آب ذکر نموده اند

۳- ۷۸ درصد شهروندان اطلاع از ترکیبات مضر در آب شهری را بیشترین محرک

۴- ۵۲ درصد افراد عوامل مواد سختی (گچ آب)

۵- ۲۵ درصد افراد نیترات موجود در آب شبکه توزیع

۶- ۴۹ درصد افراد پس از شنیدن اخبار تقلب در این محصولات کمتر از آن استفاده می کنند.

۷- ۲۱ درصد افراد مصرفشان را قطع کرده اند

عمده مصرف آبهای معدنی و بسته بندی در جامعه براساس برداشتهای نادرست افراد درباره تهدیدات ناشی از مصرف آبهای با کیفیت نامناسب شهری بوجود آمده است. همچنین تلاش هایی در خصوص استفاده از مواد دور ریختنی برای ساخت و ساز و استفاده مجدد، شده است

[3] W/M.K.
[4] Polyethylene Terephthalate (PET).

٤. اهداف تحقیق

از نظر اقتصادی :

۱- کاهش هزینه ساخت دیوار

۲- کاهش مصرف یونولیت بعنوان ماده غیر قابل تجزیه

از نظر مقاومت :

۱- افزایش مقاومت فشاری

از نظر محیط زیست :

۱- جمع آوری بطری های آب معدنی

تحقیقات داخلی و خارجی

استفاده از مواد دور ریز و غیر قابل بازیافت و ارائه راهکار جهت بکارگیری مجدد و به نحوی روشی جهت بازیافت زباله ها امری متداول و پسندیده در سایر کشورها جهت کاهش هزینه، کمک به محیط زیست می باشد که در همین زمینه تحقیقات داخلی و خارجی متفاوتی وجود دارد ازجمله می تواند به علی (۱۳۸۹) در تحقیقی با عنوان تولید آجر فوق سبک سلولزی با استفاده از بازیافت زباله های سلولزی خشک به بررسی پیرامون زباله های سلولزی و نگاهی به ساختار پلیمری سلولز و ویژگیهای آن داشته و نحوه پلیمریزاسیون و نوع پیوندهای شیمیایی آن را مورد بررسی قرار داده که نتایج توسط شورای فناوری دانشگاه تبریز و گروه عمران همان دانشگاه به تائید رسیده است دست پیدا نموداند. همچنین این محصول در برابر آتش سوزی و شعله مورد آزمایش قرارگرفت و بدلیل مواد پرکننده غالبا از مواد غیر قابل اشتعال می باشند در دمای حدود 400 درجه سانتی گراد هیچ دچار حریق نشده است. در کل این ماده توانسته است از آزمایشات معمول در بخش مصالح ساختمانی با موفقیت گذر نماید.

رحمانی و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیقی به بررسی تاثیر استفاده از الیاف ساخته شده از PET بر خصوصیات مکانیکی بتن سیمانی پرداختند. به این نحو، که با اختلاط الیاف تهیه شده از آسیاب بطری های پلاستیکی پلی اتیلن ترفتلات با مصالح بتن تاثیرات این محصول بر خصوصیات بتن شامل مقاومت فشاری، کششی، خمشی و اسلامپ مورد بررسی قرار گرفته شده است که در آزمایش اسلامپ با درصد کم استفاده از الیاف ساخته شده از PET به افزایش ۰/۵ درصد از وزنی کارایی بتن منجرب شد ولی با افزایش این درصد به ۱ درصد بطور قابل ملاحظه ای کاهش اسلامپ مشاهده شد. در بررسی مقاومت فشاری، افزایش طول الیاف باعث کاهش مقاومت فشاری می گردد که در درصد وزنی ۱ درصد و طول الیاف ۳ سانتیمتر کمترین مقاومت فشاری را مشاهده شد. در بررسی مقاومت خمشی، مقاومت خمشی بتن با افزایش درصد وزنی الیاف کاهش

می یابد و در یک درصد معینی از افزایش طول الیاف مقاومت خمشی را افزایش می دهد. در بررسی مقاومت کششی بتن، کاهش مقاومت کششی بتن در اثر استفاده از PET در بتن می گردد. در بررسی مقاومت سایشی ناشی از استفاده از PET به نتیجه افزودن الیاف به بتن باعث افزایش مقاومت سایشی و با افزایش طول الیاف این افزایش مقاومت افزایش پیدا می کنند. مدول الاستیسیته بتن با افزایش افزودن الیاف کاهش یافته و با افزایش طول الیاف بکار رفته مدول الاستیسیته افزایش می یابد.

منصـــور و علی (۲۰۱۵)در تحقیقی بـا عنوان اســـتفـاده مجدد از بطری های پلاســـتیکی به عنوان یک ماده ساختمانی جایگزین پایدار به بررسی عملکرد سازه ای و حرارتی بلوک های بتنی سنتی و بلوک های ساخته شـده با بطری های پلاستیکی پر شده با ماسه خشک، ماسه اشباع و پر از هوا (بطری خالی) که توسط ملات ماسـه سـیمان به هم پیوند خورده اند پرداختند. محاسبات نشان می دهد که بلوک های ساخته شده از بطری های پلاسـتیکی پر شده از هوا می توانند به عنوان یک واحد ساختمانی مناسب برای دیوارهای جدا کننده و حمال برای سقف های دارای دال مورد استفاده قرار داد و همچنین از لحاظ حرارتی بلوک های ساخته شده از بطری های خالی عایق حرارتی بهتری نسبت به بلوک های سنتی عمل می کنند.

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 بررسـی مشخصات و ویژگی های آزمایشگاهی آجر های سازگار با محیط زیست همراه با بطری های پلی اتیلن ترفتالات (PET) پرداختند. این آجر ها از کیسه های پلاستیکی و یا پلاستیک های دور ریخته شده بطوری که داخل بطری های(PET) خالی قرار می گیرند و از نظر ثبات وزن، مقاومت مکانیکی و عایق بودن صـدا و نور ساخته شده بودند. با قرار دادن کیسه های دور ریخته شده در درون بطری های پلاسـتیکی PET که البته می بایسـت تمیز و خشـک، عاری از آلودگی باشـند توسط چوبک فلزی یا چوبی با ۴ الی ۶ ضـربه در هر مرحله عملیات فشـرده سـازی را انجام می دهیم. در این مقاله پیشـنهاد شـده اسـت که پلاسـتیک ها وارد شـده به درون بطری در هر نوبت و به مقدار کم متراکم شده به نحوی که فضای خالی بین پلاستیک ها به حداقل ممکن برسد انجام و مشخصات آجر های سازگار با محیط زیسـت از نظر تراکم مانند یک جسـم جامد و یک بلوک بتنی باشد تهیه و ساخته شود. و بطور تجربی وزن هر بطری بعد از فرآیند تولید نباید کمتر از ۲۲۰ گرم باشـد وزن همه آجرهای سـاخته شده مشابهه هم دیگر می بایسـت بین ۲۴۵ الی ۲۶۰ گرم باشد که این وزن بطری ها در برابر نیروی تست فشاری مقاومت خوب و مناسـبی از خود نشـان داده همچنین ضـریب پواسـون آجر های سـازگار با محیط زیسـت بین ۰/۲۷ تا ۰/۳۵ تخمین زده شـده است. در نتایج تست صوتی مشخص گردید که مشخصه کاهش صوتی آجر های سازگار

با محیط زیست به خوبی بلوک های بتنی نمی باشد اگرچه این اختلاف عملکردی چشم گیر نیست و عایق سازی صوتی قویاً متاثر از کیفیت ساخت و عملکرد سازندگان و کارگران دارد. نتایج تحقیق نشان داد که آجرهای زیست محیطی می تواند به عنوان یک منبع با دوام جهت مقاصد ساخت و ساز و سایر کاربردهای ممکن مورد استفاده قرار گیرد. آجرهای زیست محیطی دارای شاخص کاهش صوتی نسبتاً بالای می باشند حتی اگر با بلوکهای بتنی که بسیار متراکم هستند، مقایسه شوند . مشخص شد که نوری که برای چشم غیر مسلح قابل روئیت می باشد از درون آجرهای زیست محیطی رد نمی شود. آجر های های زیستی محیطی سبک وزن، احتمال آسیب دیدگی ناشی از بلند کردن مواد سنگین را کاهش می دهد آجر ها بر خلاف بلوکهای بتنی غیر تردد و غیر شکننده می باشند. آنها یک پیشرفت ساده در جهت بازیافت می باشند که فواید و سود های چشمگیری برای محیط زیست حاصل کرده است. آنها مقدار زباله را کاهش دادن و فضای دفن زباله کاهش داده اند. آنها دارای یک ویژگی منفی می باشند که مقاومت کم آنها در برابر آتش می باشد. پلاستیک به آسانی آتش می گیرد و شغله ور می شود اما با مخلوط ماسه سیمانی و یا گل پوشش داده شوند کمبود مقاومت در برابر آتش کاهش می یابد.

البکری[5] 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 (۱۰۰~۱۲۰mm) 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 ۶۸~۶۵ 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 در قالب های مکعبی ۱۰۰*۱۰۰*۱۰۰ و ۱۵۰*۱۵۰*۱۵۰ میلیمتری پس از ۲۸ روز به این شرح می باشد.

۱-مقاومت فشاری نمونه های مکعبی بتن معمولی از ۱۸/۷۳ تا ۱۹/۲۰ مگاپاسگال بوده و مقاومت فشاری نمونه های مکعبی حاوی پلی استایرن از ۱۳/۶۱ تا ۱۷/۲۷ مگا پاسگال می باشند

۲- وزن مخصوص بتن های حاوی پلی استایرن از ۱۴۶۷ تا۱۵۶۰ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد که در مقایسه با بتن های معمولی از ۲۳۰۵ تا ۲۳۷۱ کیلوگرم بر متر مکعب 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.

[5] Al Bakri.

فروغی و آقایی (۱۳۹۱) در تحقیقی به بررسی استفاده از الیاف ضایعاتی صنعت نساجی در ساخت پانل بتنی سبک پرداختند. در این پژوهش با قرار دادن هسته الیافی که شامل ضایعات الیاف نساجی و یا پنبه و یک توری بافته شده از الیاف شیشه با ابعاد ۵*۵* ۴۰ سانتیمتر در وسط نمونه بتنی قرار داده می شود .این امر باعث افزایش انرژی جذب شده توسط این نوع بتن نسبت به نمونه ای از بتن که فاقد هسته الیافی می باشد می شود.

۵. روش تحقیق

در این مقاله از روش نمونه گیری احتمالی ساده و حجم نمونه ها بسته به نیاز تعیین شده است همانگونه که در مقدمهٔ 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 می‌باشد. لذا برای تدوین چارچوب نظری تحقیق و مروری بر تحقیقات پیشین از روش اسنادی نیز بهره گرفته شده است. به منظور جمع‌آوری اطلاعات، آمیزه‌ای از روش‌های تحقیق کتابخانه‌ای و میدانی استفاده می‌شود. روش تجزیه تحلیل به کمک ماشین حساب و ترازو، جک های فشاری صورت می گیرد.

۵. بررسی و تحلیل یافته ها

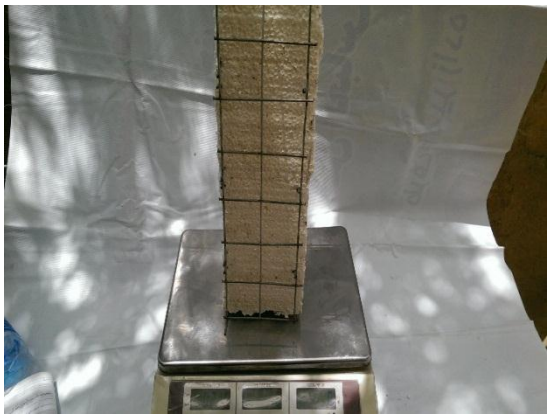
سر آغاز ساخت دیوار با بطری های پلاستیکی از جایی آغاز گردید که در سقف های کوبیاکس از توپ های توخالی پلی اتیلنی جهت کاهش وزن و کاهش حجم بتن استفاده می گردد و از طرفی ایده استفاده از مواد غیر قابل بازیافت و بکار گیری آنها بنحوی که چرخ و زنجیره انباشت زباله را قطع و از طرفی در ساخت دیوار کاهش هزینه را در پی داشته شود آغاز گردید و با طرح سوالاتی از جمله اینکه آیا از نظر وزن و مقاومت فشاری و هزینه جوابگو خواهد بود یا خیر، فرضیاتی تشکیل و در پی آن تلاش های صورت گرفت است. با توجه به اینکه شناخت کافی وجود ندارد و طی استعلامات صورت گرفته در خصوص استفاده از بطری های پلاستیکی جهت ساخت دیوار با استفاده از توری های مش سازه های سه بعدی 3D پانل در جایی انجام نشده بود در ابعاد کوچک سازه ای ساخته شد و با مقایسه وزن بین سازه ساخت شده با سازه سه بعدی 3D پانل در اولین تلاش مشخص گردید که نتایج حاصل از محاسبات اقتصادی نشان می دهد که هزینه تهیه پانل های سبز برای هر متر مربع بطور مثال برای دیوارها با عرض 10 سانتی بیش از ۲۹ درصد، برای دیوارها با عرض ۱۵ سانتی بیش از ۳۳ درصد و برای دیوارها با عرض ۲۰ سانتی بیش از ۳۱ درصد نسبت به هزینه تهیه 3D پانل کاهش هزینه ، کاهش استفاده از یونولیت و صرفه اقتصادی دارند. نتایج حاصل از آزمون وزن نمونه ها پانل های سبز برای دیوار با عرض ۱۰ سانتیمتر دارای وزنی برابر ۱۳۳,۷ کیلوگرم بر مترمربع یعنی ۳۸ درصد

افزایش وزن نسبت به 3D پانل ، برای دیوار با عرض ۱۵ سانتیمتر دارای وزنی برابر ۱۵۲,۳ کیلوگرم بر مترمربع یعنی ۳۳ درصد افزایش وزن نسبت به 3D پانل و برای دیوار با عرض ۲۰ سانتیمتر دارای وزنی برابر ۱۹۴,۵ کیلوگرم بر مترمربع یعنی ۲۴ درصد افزایش وزن نسبت به 3D پانل را دارا می باشند. بررسی ها نشان داد بدلیل وجود دایره ای بوده سطح بطری های پلاستیکی و غیر مسطح بودن مقطع بطری ها، برای ساخت دیواره های سبز حجم ملات بیشتری نسبت به 3D پانل استفاده می شود و دلیل افزایش وزن دیوارهای سبز همین موضوع می باشد. همچنین نتایج آزمون جک فشاری برای نمونه های تک سلولی پانل های سبز با عرض ۱۰ سانتیمتر دارای تحمل نیروی فشاری ۴,۴۸ نیوتن بر میلیمترمربع یعنی ۲۲۴ درصد افزایش تحمل نیروی فشاری نسبت به 3D پانل با همین عرض، برای دیوار با عرض ۱۵ سانتیمتر دارای تحمل نیروی فشاری 5.60 نیوتن برمیلیمترمربع یعنی ۲۲۵ درصد افزایش تحمل نیروی فشاری نسبت به 3D پانل با همین عرض و برای دیوار با عرض ۲۰ سانتیمتر دارای تحمل نیروی فشاری ۷,۹۵ نیوتن بر میلیمترمربع یعنی ۲۷۷ درصد افزایش تحمل نیروی فشاری نسبت به 3D پانل با همین عرض را دارا می باشند. همچنین حداقل تعداد بطری پلاستیکی جمع آوری شده از محیط زیست برای تولید هر مترمربع برای دیوار سبز با ضخامت ۱۰ سانتی ، تعداد ۴۶ عدد بطری ۰,۵ لیتری و برای دیوار سبز با ضخامت ۱۵ سانتی تعداد ۳۰ عدد بطری ۱,۵ لیتری و برای دیوار سبز با ضخامت ۲۰ سانتی تعداد ۲۰ عدد بطری ۲ لیتری مورد استفاده قرار گرفته که حجم قابل توجهی از بطری های پلاستیکی رها شده در محیط زیست با هر ظرفیتی می توانند در ساخت دیوارهای سبز بهره گرفت.

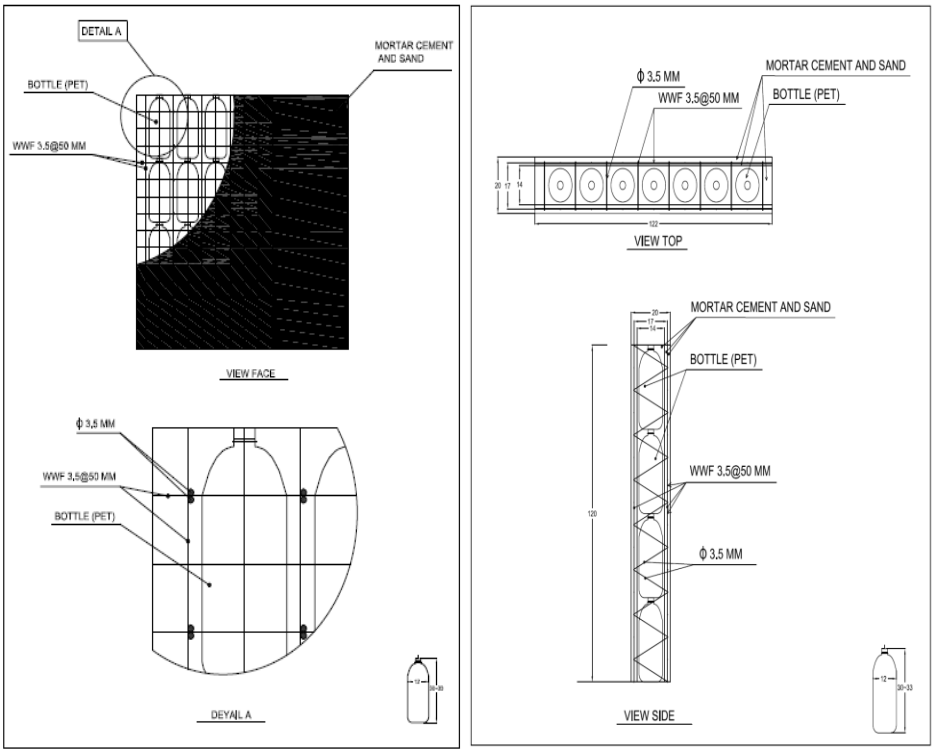
Online ISSN: 2717-2473
https://science-journals.ir

(ساخت نمونه اولیه با ابعاد یک متر مربعی از دیوارهای سبز و 3D پانل)

(ساخت نمونه تک سلولی از دیوارهای سبز با ابعاد ۳۰*۱۵*۱۰ سانتیمتر)



(ساخت نمونه تک سلولی از سازه سه بعدی 3D پانل با ابعاد ۳۰*۱۵*۱۰ سانتیمتر)



٦. نتیجه گیری

با توجه به نتایج آزمایش مقاومت محوری فشاری (مقاومت بیش از ۲ برابری نسبت به 3D پانل) که نقطه قوت دیوارهای سبز در تحمل نیروی وارده به آن می باشد و در نظر گرفتن افزایش وزن تمام شده دیوارهای سبز ساخته شده از بطری پلاستیکی (افزایش وزن متوسط ۳۲ درصد نسبت به 3D پانل) که باز هم دارای وزن کمتری نسبت به سایر مصالحی مصرفی مانند آجر فشاری، بلوک سیمانی و لیکا که جهت ساخت دیوار در ساختمان ها مورد استفاده قرار می گیرند بوده و در نهایت با کاهش هزینه تمام شده به میزان متوسط ۳۱ درصدی نسبت به 3D پانل و حذف ۱۰۰ درصدی یونولیت بعنوان ماده غیر قابل بازیافت، می تواند نتیجه گرفت جهت ساخت و ساز از دیوار های سبز در ساختمان های مسکونی استفاده نمود و با قطع زنجیره انباشت بطری های پلاستیکی و جلوگیری از تولید بی رویه یونولیتی که زمان تجزیه ای در طبیعت ندارد با کمترین

هزینه، گام های موثری در حفظ محیط زیست برداشت. همچنین ضروری است جهت استفاده از دیوار های سبز، از لحاظ سایر جوانب ایمنی مورد بررسی قرار گرفته شود.

منابع و مآخذ

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.

علوی نخجوانی، نغمه. و عمرانی، قاسمعلی. (۱۳۸۸). مواد زائد جامد (بازیافت). جلد اول. تهران: اندیشه رفیع.

معطر خرازی، امیرمسعود. (۱۳۹۱). مصالح سنتی و مدرن. مولف آرتور لانیز. تهران: دایره دانش.

فروغی، محمد. و آقایی، کامران. (۱۳۹۱). استفاده از الیاف ضایعاتی صنعت نساجی در ساخت پانل های بتنی سبک. هشتمین کنفرانس ملی مهندسی نساجی ایران – اردیبهشت ۹۱- دانشگاه یزد.

علی، محمد. (۱۳۸۹). تولید آجر فوق سبک سلولزی با استفاده از بازیافت زباله های سلولزی خشک، پنجمین همایش ملی مدیریت پسماند، مشهد.

رحمانی، کیانوش. طاهرخانی، حسن. و احمدی، جمال. (۱۳۹۱). بررسی تاثیر استفاده از الیاف PET بر خصوصیات مکانیکی بتن سیمانی. دومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست.

سپهری، فریبا. (۱۳۹۵). مصالح ساختمانی که از بازیافت تولید می شوند. کنفرانس بین المللی نوآوری در علوم و تکنولوژی. بارسلون-اسپانیا.

دستورالعمل طراحی، ساخت و اجرای سیستم های پانل پیش ساخته سبک سه بعدی – نشریه شماره ۳۸۵ (تجدید نظر اول)

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.

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..

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.