

کاربرد پلیمرها در معماری

دکتر زهرا قیابکلو

دانشیار دانشگاه تهران

دکتر وحید حدادی اصل

استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(پلی تکنیک تهران)

سرشناسه: قیابکللو، زهرا، ۱۳۴۴ -
 عنوان و نام پدیدآور: کاربرد پلیمرها در معماری / تألیف زهرا قیابکللو. وحید حدادی اصل.
 مشخصات نشر: تهران : متالون، ۱۳۹۰.
 مشخصات ظاهری: XIV، ۳۳۴ص. مصور.
 شابک: ۶۵۰۰۰ ریال : 978-600-6374-00-0
 فهرست نویسی: فیبا
 موضوع: پلاستیک در ساختمان سازی
 موضوع: پلیمرها
 شناسه افزوده: حدادی اصل، وحید، ۱۳۴۳ -
 رده بندی کنگره: ۱۳۹۰ ۹۸۰/۸۴ TA
 رده بندی دیویی: ۶۹۱/۹۲
 کاتالانسی ملی: ۲۴۸۹۶۷۲

متالون

- نام کتاب : کاربرد پلیمرها در معماری
- تألیف : دکتر زهرا قیابکللو - دکتر وحید حدادی اصل
- نوبت چاپ : اول
- سال چاپ : ۱۳۹۰
- شمارگان : ۱۰۰۰ نسخه
- قیمت : ۶۵۰۰۰ ریال
- چاپخانه : اصیل
- شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۶۳۷۴-۰۰۰-۰ ISBN: 978-600-6374-00-0
- آدرس مرکز بخش : تهران - خیابان حافظ - روبروی خیابان سمیه - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
- تلفن کتابفروشی: ۶۶۴۶۵۳۹۲ (دفتر) ۸۸۸۹۵۹۶۹ فاکس ۶۶۹۵۰۹۸۲

به نام خدا

کابرود پلیمر یاد معماری، عنوان کتابی است که توسط خانم دکتر زهرا قیابکلو و آقای دکتر وحید حدادی اصل که از دست اندرکاران و متخصصان در این زمینه هستند تألیف شده است. در کتاب کابرود پلیمر یاد معماری تمامی موارد به جهان شیوه مرسوم در متون علمی بررسی شده است. از آنجا که در این کتاب بر جنبه های استفاده از مواد پلیمری در ساخت و سازهای ساختمان تأکید شده است، می تواند برای مهندسان این رشته و نیز رشته های مرتبط مفید باشد. در ضمن کتاب فوق منبع اطلاعاتی خوبی برای استفاده دانشجویان دوره های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری است. تألیف روان و ریاضیات اصول، استفاده از این کتاب هم را آسان می نماید.

انجمن صنفی مهندسين پليمر و شيمي ايران با رسالت توسعه علم مهندسي شيمي و پليمر، نسبت به چاپ كتاب کابرود پلیمر یاد معماری در نظر دارد و تواند کامی در جهت پویایی این رشته بر دارد.

در خاتمه نیز توفیق روز افزون مؤلفین گرامی را که با تلاش و جدیت مثال زدنی در تألیف این کتاب کوشیده و زین کسرتش هر چه بیشتر مهندسی پليمر را فراهم ساخته اند، از درگاه خداوند متعال خواستاریم.

رامین خسروخاور

رئيس انجمن صنفی مهندسين پليمر و شيمي

امام زمان (عج):

«خدایا! بر علمای ما زهد ورزیدن در دنیا و نصیحت کردن را تفضل فرما و بر

دانش‌پژوهان ما تلاش و اشتیاق به تحصیل، بر شتوندگان ما پیروزی و پندپذیری و بر

بیماران مسلمین شفا و آسایش و بر مردگان ما مهربانی و رحمت و بر بزرگان ما وقار

و آرامش عنایت کن و بر جوانان ما بازگشت و توبه و بر زنان ما حیا و عفت و بر

ثروتمندان ما تواضع و گشاده‌دستی و بر تهیدستان ما صبر و قناعت ارزانی فرما.»

المصباح الكفعمی

به نام خدا

پیشگفتار

از دیدگاه روانشناسی، معماری یکی از اصلی‌ترین معیارهای تأمین آسایش و آرامش در منازل و محل اشتغال انسان‌هاست زیرا بیشترین اوقات افراد در این دو مکان سپری می‌شود. برای تأمین این دو مقوله نکاتی مانند ایمنی، زیبایی، استحکام، تعمیر و نگهداری و حداقل هزینه ساخت را باید در نظر گرفت. براین اساس استفاده بهینه از موادی که در ساخت اجزا و المان‌های ساختمان‌ها مصرف می‌شوند یکی از مهم‌ترین نکات است. مصالح معمول سازه‌های ساختمانی مانند چوب، فلز، سنگ، سیمان، آجر و ... باید با دید ارائه ویژگی‌هایی خاص مانند پایین بودن دانسیته، دوام در برابر انواع تخریب‌های زیست‌محیطی و ضریب انتقال حرارت پایین بررسی شوند.

امروزه توجه متخصصان ساخت و ساز به مواد جدیدی معطوف شده که بتوانند، علاوه بر انجام وظیفه معمول، جنبه‌های دیگر مانند وزن کم، مقاومت زیاد و استفاده راحت با حداقل هزینه را در برداشته باشند. از طرف دیگر مشکلات و نقص‌های متداول مانند خوردگی در فولادها باعث شده‌اند متخصصان اشتیاق بیشتری به مواد جدید فاقد این مشکلات پیدا کنند. در تمام این حالات تخصص‌های زیادی به کمک مهندسان شتافته‌اند که ساخت مواد پلیمری از آن جمله‌اند.

با مواد پلیمری می‌توان به قطعاتی برای تأمین خصوصیتی مانند سبکی، مقاومت فیزیکی، شیمیایی و حرارتی و ارزانی دست یافت. با این مواد می‌توان وزن ساختمانها را با حفظ سایر خصوصیات تا ده‌ها برابر کاهش داد. افزایش ایمنی، کاهش ضریب انتقال حرارت، افزایش چشمگیر سرعت اجراء، انعطاف‌پذیری در تغییر نقشه، تولید اشکال یکپارچه با ابعاد بزرگ و ایجاد ظواهر زیبا و دلپذیر جملگی با تغییر نگرش و استفاده از مواد پلیمری به دست می‌آیند. از این دسته مواد می‌توان همه گونه قطعه مانند انواع لوله آب، فاضلاب و گاز، در و پنجره، دیوارها، نماهای بیرونی و داخلی، قالبها و فضا پرکن‌ها، سازه‌ها، بتن‌ها، شیشه‌ها، کاشی‌ها، روکشهای پشت بام، عایق‌ها، وان، سنگ حمام و دستشویی و کابینت ساخت.

در این میان باید به این نکته اذعان کرد که دو صنعت ساختمان و صنعت مواد پلیمری بسیار متفاوت‌اند. صنعت ساختمان بر پایه فناوری سنتی و قدیمی است که از ابتدا بر اساس موادی خام مانند ماسه، خاک‌رس و الوارهای چوبی پایه‌گذاری شده است. نیروی کار و زحمت آن زیاد و ویژگی‌های آن محلی است. در حالی که صنعت مواد پلیمری یک صنعت جدید است که در آن مواد پلیمری عموماً از نفت، گاز و زغال سنگ با ستر شیمیایی مواد کوچک مولکول به دست می‌آیند. در این صنعت به نیروی کار کمتری نیاز است. واحدهای فراوانی مرتبط با این صنعت ایجاد شده‌اند و ویژگی‌های محصولات آن بین‌المللی است. صنعت ساختمان فقط یکی از هزاران مصرف‌کننده محصولات نهایی این صنعت است. امروزه پلیمرها هجوم‌یاب‌دار و وسیعی را به صنعت ساختمان آغاز کرده‌اند.

اگرچه استفاده از پلیمرها در صنعت ساختمان مزایای زیادی دارد، نمی‌توان از ضعف‌های این مواد هم چشم‌پوشی کرد. لذا باید به استفاده عاقلانه و بر پایه طراحی دقیق محصول پلیمری برای یک کاربرد خاص توجه کرد. گستره وسیع مواد پلیمری با ویژگی‌های متنوع دستیابی به این هدف را آسانتر کرده است.

امروزه با توجه به مشکلات رشد جمعیت و افزایش زیاد قیمت مسکن، که گاه به ۴۰ درصد در سال نیز می‌رسد، روش‌های سنتی و فناوری‌های قدیمی در صنعت ساختمان بسیار کند و زمان‌براند و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه نیستند. متأسفانه علی‌رغم هزینه‌های سنگین بنای ساختمان، عمر مفید خانه‌های مسکونی نیز بسیار کوتاه است.

با توجه به تغییر الگوهای ساخت و ساز و فناوری آن، به کار بردن مصالح سنتی نمی‌تواند پاسخگوی نیازهای جدید باشد. به طور مثال برای تأمین حرارت مناسب درون ساختمان، در سامانه‌های سنتی ساخت‌وساز دیوارها و سقف‌های خشتی و آجری ناگزیر باید ضخیم ساخته شوند اما با توجه به محدودیت‌های فضا که امروزه الگوی ساختمان‌سازی را تحت تأثیر خود قرار داده است، مصالح خشتی و آجری مناسب نیستند و باید از مصالح سبک، مقاوم و عایق استفاده کرد تا بتوان همزمان به هر دو هدف یعنی عایق‌بندی حرارتی و کاهش فضای اشغال‌شده توسط دیوارها رسید.

نیروی وارده به بنا در اثر زلزله متناسب با وزن بناست و لذا بهره‌گیری از مصالح سبک جدید به جای مصالح سستی باعث کاهش وزن ساختمان و در نتیجه کاهش خسارات وارده به آن در اثر زلزله می‌شود. به علاوه کیفیت مصالح نیز از دیگر عوامل مؤثر در میزان خسارات زلزله به ساختمان است.

در سال‌های گذشته در کشور ما نیز حرکت‌هایی برای تولید و استفاده از مواد پلیمری در ساختمان‌ها آغاز شده است. اما با توجه به فرهنگ مردم ایران که ارزش خاصی برای سنت و گذشته قائل‌اند، استفاده از این مواد آن‌طور که باید رواج نیافته و مزایای استفاده از مواد نو برای آنها کاملاً شناخته شده نیست. به عبارت دیگر با اینکه در چند دهه اخیر کاربرد مواد پلیمری در صنعت ساختمان در کشورهای صنعتی تحولات چشمگیری داشته است، متأسفانه در کشور ما تحقیقات و بهره‌برداری از علوم و تجربیات به‌دست آمده در دیگر کشورها در حال طی مراحل اولیه است.

با توجه به این موضوعات، می‌توان دریافت که کاربرد علم مواد پلیمری در معماری پیچیدگی زیادی دارد و این کتاب نیز سرآغازی بر دستیابی به این دانش است و به همین دلیل برای ساده کردن متن کوشش بسیار شده است. در این کتاب سعی شده است اطلاعاتی کلی از مواد پلیمری به کار رفته در ساختمان‌ها برای علاقمندان ارائه شوند. در فصل اول مقدمه‌ای برای آشنایی با مواد پلیمری ارائه شده است. در فصل دوم، با توجه به کاربرد فراوان کامپوزیت‌های پلیمری، این مواد به تفصیل بررسی شده‌اند. لوله‌های پلیمری و کاربردهای آنها در فصل سوم بررسی شده‌اند. فصل چهارم نیز به عایق‌های حرارتی و صوتی اختصاص دارد. در فصل پنجم کفپوش‌های پلیمری به تفصیل ارائه شده‌اند. فصل ششم نیز به در و پنجره‌های پلیمری پرداخته است. فصل هفتم به کاربرد پلیمرها در بتن‌ها و بتن-پلیمرها می‌پردازد. در فصل هشتم کاربرد مواد پلیمری به‌عنوان لرزه‌گیرها در سازه‌های ساختمانی بررسی شده است. فصل آخر نیز مقدمه‌ای درباره کاربرد پلیمرها در ساختمانهای خورشیدی (سبز) است.

در این کتاب بسیار سعی شده است که مطالب روان نوشته شوند و برای استفاده مهندسان صنایع مختلف پلیمری و معماری به یکدیگر وابسته نباشند. به هر حال وجود غلطها و

اشکالات در کلیه زمینه‌ها ممکن و امید است خوانندگان محترم در این زمینه همیاری نمایند تا در چاپهای بعدی این اشکالات رفع شوند.

در ادامه از آقایان دکتر محمد نجفی و مهندس مهدی سلامی کلبجانی برای ویرایش این کتاب بسیار سپاسگزاری می‌شود. همچنین از جناب آقای مهندس رضا حیدری‌نژاد، که برای طراحی و آقایان امین فقیهی و آرش وحیدی که برای انتشار این کتاب زحمات زیادی متقبل شدند قدردانی می‌شود. ویرایش ادبی این کتاب را سرکار خانم منیر قنبریان انجام داده است که از ایشان نیز سپاسگزاریم.

زهرایابکلر - وحید حدادی اصل

بهار ۱۳۹۰

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- آشنایی با پلیمرها	۱
۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- طبقه‌بندی کاربردی پلیمرها	۵
۱-۲-۱- پلاستیک‌ها	۶
۱-۲-۱-۱- پلی‌اولفین‌ها	۷
۲-۱-۲-۱- پلی‌تترافلوئورو اتیلن	۱۳
۳-۱-۲-۱- نایلون‌ها	۱۳
۴-۱-۲-۱- پلی‌وینیل استات	۱۵
۵-۱-۲-۱- پلی‌وینیل الکل	۱۶
۶-۱-۲-۱- پلی‌متیل متاکریلات	۱۶
۷-۱-۲-۱- پلی‌استایرن	۱۷
۸-۱-۲-۱- پلی‌وینیل کلراید	۱۸
۹-۱-۲-۱- کوپلیمر (آکریلونیتریل - بوتادی‌ن - استایرن)	۲۰
۱۰-۱-۲-۱- پلی‌کربنات	۲۰
۱۱-۱-۲-۱- پلی‌اتیلن ترفتالات	۲۲
۲-۲-۱- الاستومرها	۲۴
۳-۲-۱- الیاف پلیمری	۲۹
۴-۲-۱- رزین‌های پلیمری	۳۰
۱-۴-۲-۱- رزین‌های پلی‌استر	۳۳
۲-۴-۲-۱- رزین‌های اپوکسی	۳۳
۳-۴-۲-۱- پلی‌ایمیدها	۳۴
۴-۴-۲-۱- رزین‌های فنولیک	۳۴
۵-۴-۲-۱- سیانات‌استرها	۳۶
۵-۲-۱- کامپوزیت‌های پلیمری	۳۶
۱-۵-۲-۱- خواص ماکرومکانیک کامپوزیت‌ها	۳۹

۴۰.....	۱-۲-۵-۲- کامپوزیت های پیشرفته.....
۴۱.....	۱-۲-۵-۳- بستر کامپوزیت ها.....
۴۲.....	۱-۲-۵-۴- مهمترین بسترهای پلیمری.....
۴۳.....	۱-۲-۵-۵- بسترهای گرمانرم مورد استفاده در کامپوزیتها.....
۴۵.....	۱-۲-۵-۶- گرمانرم های با کارایی بالا.....
۴۶.....	۱-۲-۵-۷- الیاف تقویت کننده.....
۵۲.....	۱-۲-۵-۸- پخت کامپوزیت ها.....
۵۳.....	۱-۲-۶-۶- فوم های پلیمری.....
۵۷.....	۱-۲-۶-۱- فوم های پلی استایرن.....
۵۸.....	۱-۲-۶-۲- فوم فئولیک.....
۵۹.....	۱-۲-۶-۳- فوم های پلی یورتانی.....
۶۱.....	۱-۲-۶-۴- فوم های سخت پلی یورتان.....
۶۲.....	۱-۲-۷- آلیاژهای پلیمری.....
۶۵.....	۲- سازه های کامپوزیتی پلیمری.....
۶۵.....	۲-۱- مقدمه.....
۶۷.....	۲-۲- فرسایش کامپوزیت های لیفی پلیمری.....
۶۷.....	۲-۳- ساخت محصول.....
۶۸.....	۲-۴- نگهداری.....
۶۹.....	۲-۵- تأثیر فرسایش آب و هوایی.....
۷۰.....	۲-۶- نما.....
۷۲.....	۲-۷- شکل ساختاری و سازه ای کامپوزیت های پلیمری تقویت شده با الیاف شیشه در ساختمان.....
۷۱.....	۱-۲-۷-۱- ساختارهای منشوری.....
۷۵.....	۲-۷-۲- ساختارهای هرمی.....
۷۷.....	۲-۷-۳- شکل های ساختاری حد واسط هرم و منشور.....
۷۷.....	۲-۷-۴- صفحات کامپوزیتی تاخورده.....

۷۸.....	۵-۷-۲- ساختارهای پوسته‌ای
۷۸.....	۱-۵-۷-۲- پوسته‌های انحنایافته تکی
۷۹.....	۲-۵-۷-۲- پوسته‌های انحنایافته دوتایی
۸۰.....	۶-۷-۲- ساختارهای زیربنایی
۸۰.....	۱-۶-۷-۲- پانل‌های چندلایه
۸۵.....	۲-۶-۷-۲- پانل‌های ساندویچی پلی‌استایرنی
۸۷.....	۷-۷-۲- استفاده از کامپوزیت‌های پلیمری در ساخت خانه‌ها و آپارتمانها
۹۰.....	۸-۷-۲- استفاده از کامپوزیت‌های پلیمری در ساخت پلها و جاده‌ها
۹۲.....	۹-۷-۲- سازه‌های چندتکه
۹۲.....	۱-۹-۷-۲- ساختمان آبار
۹۳.....	۲-۹-۷-۲- اطاقک تجهیزات برق
۹۳.....	۳-۹-۷-۲- ساختمان‌های چندطبقه
۹۴.....	۴-۹-۷-۲- کاربردهای سقف
۹۵.....	۸-۲- تقویت‌کننده‌های داخلی (میل‌گردهای کامپوزیتی)
۹۶.....	۱-۸-۲- خواص فیزیکی و مکانیکی
۹۸.....	۲-۸-۲- روش‌های ساخت
۹۸.....	۱-۲-۸-۲- روش اسپرانتس
۱۰۰.....	۲-۲-۸-۲- روش مارشال
۱۰۲.....	۳-۲-۸-۲- روش برایان
۱۰۲.....	۴-۲-۸-۲- روش شرکت ریبار کامپوزیت
۱۰۳.....	۵-۲-۸-۲- روش شرکت نویار
۱۰۳.....	۹-۲- تقویت‌کننده‌های خارجی
۱۰۴.....	۱۰-۲- استفاده از کامپوزیت‌ها در کاربردهای داخلی ساختمانها
۱۰۴.....	۱-۱۰-۲- ستون
۱۰۶.....	۲-۱۰-۲- کفپوش
۱۰۶.....	۳-۱۰-۲- کاشی دیوار و پانل سقفی

۲-۱۰-۴- لوازم بهداشتی.....	۱۰۸
۲-۱۱- نکاتی در رابطه با استفاده از کامپوزیت‌های پلیمری در کاربردهای خارجی ساختمانها.....	۱۰۹
۲-۱۲- کامپوزیت‌های پلیمری در نقش تقویت‌کننده بتن.....	۱۰۹
۳- لوله و اتصالات پلیمری.....	۱۱۱
۳-۱- مقدمه.....	۱۱۱
۳-۲- طبقه‌بندی لوله‌ها.....	۱۱۱
۳-۳- ویژگی لوله‌های پلیمری.....	۱۱۲
۳-۴- محدودیت‌های لوله‌های پلیمری.....	۱۱۴
۳-۵- لوله‌های پلی اتیلن.....	۱۱۵
۳-۵-۱- لوله‌های پلی اتیلن شبکه‌ای شده.....	۱۱۸
۳-۵-۲- کاربرد لوله‌های پلی اتیلن شبکه‌ای شده.....	۱۲۰
۳-۵-۳- مزایای لوله‌های پلی اتیلن.....	۱۲۱
۳-۶- لوله‌های تلفیقی.....	۱۲۱
۳-۶-۱- کاربرد لوله‌های تلفیقی.....	۱۲۲
۳-۷- لوله و اتصالات تحت فشار.....	۱۲۲
۳-۸- لوله‌های پلی پروپیلن.....	۱۲۳
۳-۹- لوله‌های پی‌وی‌سی (پلی وینیل کلراید).....	۱۲۶
۳-۹-۱- لوله و اتصالات پی‌وی‌سی تحت فشار.....	۱۲۷
۳-۹-۲- لوله و اتصالات پی‌وی‌سی بدون فشار.....	۱۲۸
۳-۹-۳- لوله و اتصالات پی‌وی‌سی در سامانه فاضلاب ساختمان.....	۱۲۹
۳-۱۰- لوله‌های پلی بوتیلن.....	۱۳۰
۳-۱۱- لوله‌های ای‌بی‌اس (کوپلیمر آکریلونیتریل - بوتادی‌ان - استایرن).....	۱۳۱
۳-۱۱-۱- کاربرد لوله‌های ای‌بی‌اس.....	۱۳۱
۳-۱۲- لوله‌های کامپوزیتی پلیمری تقویت‌شده با الیاف شیشه.....	۱۳۲

۱۲-۳-۱- کاربرد لوله‌های کامپوزیتی پلیمری تقویت‌شده با الیاف شیشه.....	۱۳۳
۱۳-۳- مقایسه کاربرد لوله‌های پلیمری.....	۱۳۴
۱۴-۳- کاربرد لوله‌های پلیمری در گرمایش کفی.....	۱۳۸
۱۵-۳- چسب‌های محلول برای چسباندن لوله و اتصالات پلیمری.....	۱۴۰
۱۶-۳- سامانه‌های پشت‌بام پلی‌اتیلنی.....	۱۴۱
۴- عایق‌های پلیمری.....	۱۴۳
۱-۴- مقدمه.....	۱۴۳
۲-۴- عایق‌های بام.....	۱۴۳
۳-۴- عایق‌های رطوبتی.....	۱۴۵
۱-۳-۴- عایق‌های پیش‌ساخته.....	۱۴۶
۴-۴- عایق‌های حرارتی.....	۱۴۹
۱-۴-۴- عایق‌کاری حرارتی.....	۱۵۰
۲-۴-۴- تقسیم‌بندی عایق‌های حرارتی.....	۱۵۱
۱-۲-۴-۴- تقسیم‌بندی هفت اف.....	۱۵۱
۲-۲-۴-۴- دسته‌بندی عایق‌های حرارتی از نظر استفاده نهایی.....	۱۵۳
۵-۴- مواد پلیمری به کار رفته در صنعت عایق‌کاری.....	۱۵۹
۱-۵-۴- عایق‌های فیر- پلیمر.....	۱۶۰
۲-۵-۴- سامانه سیالات الاستومری.....	۱۶۴
۳-۵-۴- سایر غشاهای سیالی سرد.....	۱۶۶
۴-۵-۴- ورقه‌های الاستومری.....	۱۶۷
۵-۵-۴- پوشش‌های پی‌وی سی منعطف.....	۱۶۸
۶-۵-۴- فوم‌های پلیمری.....	۱۷۰
۱-۶-۵-۴- فوم پلی‌استایرن سلولی انبساطی.....	۱۷۰
۲-۶-۵-۴- فوم پلی‌استایرن سلولی اکسترود شده سخت.....	۱۷۶
۳-۶-۵-۴- فوم‌های پلی‌یورتان.....	۱۷۷

عنوان	صفحه
۱-۷- مقدمه.....	۲۲۳
۲-۷- انواع فناوری های بتن - پلیمر.....	۲۲۵
۱-۲-۷- بتن اشباع شده با رزین های پلیمری.....	۲۲۶
۱-۱-۲-۷- شرایط بتن برای اشباع شدن.....	۲۲۷
۲-۱-۲-۷- انواع بتن ها اشباع شده با رزین های پلیمری.....	۲۳۰
۲-۲-۷- بتن پلیمری.....	۲۳۱
۱-۲-۲-۷- ساخت سنگ مرمر مصنوعی.....	۲۳۴
۲-۲-۲-۷- ساخت ماشین ابزار با استفاده از بتن پلیمری.....	۲۳۴
۲-۲-۲-۷- لوله های بتن پلیمری.....	۲۳۵
۳-۲-۷- بتن های سیمان پلیمری.....	۲۳۷
۱-۳-۲-۷- لانتکس های پلیمری.....	۲۳۹
۲-۳-۲-۷- مراحل شکل گیری بتن سیمان پلیمری.....	۲۴۱
۳-۳-۲-۷- اثر پلیمر بر چسبندگی سیمان به سنگدانه.....	۲۴۲
۴-۳-۲-۷- عمل آوری بتن های سیمان پلیمری.....	۲۴۳
۵-۳-۲-۷- لانتکس پلیمری استایرن- بوتادیان در بتن های سیمان پلیمری.....	۲۴۳
۶-۳-۲-۷- کاربردهای بتن های سیمان پلیمری.....	۲۴۵
۴-۲-۷- بتن های تقویت شده با الیاف.....	۲۴۶
۵-۲-۷- آرماتورهای غیر فولادی در بتن.....	۲۵۲
۱-۵-۲-۷- استفاده از کامپوزیت های پلیمری تقویت شده با الیاف در سازه های بتنی.....	۲۵۳
۲-۵-۲-۷- استفاده از کامپوزیت های پلیمری تقویت شده با الیاف برای مسلح کردن بتن.....	۲۵۵
۳-۵-۲-۷- استفاده از کامپوزیت های پلیمری در تعمیر و تقویت سازه های بتنی مسلح.....	۲۵۷
۴-۵-۲-۷- آزمون های بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی.....	۲۶۳
۵-۵-۲-۷- خواص مواد.....	۲۶۵
۳-۷- مزایای بتن - پلیمرها.....	۲۷۱
۴-۷- بررسی اثرات منفی فناوری بتن پلیمر.....	۲۷۹
۵-۷- استفاده از ضایعات در بتن - پلیمرها.....	۲۸۰

۷-۵-۱- استفاده از ضایعات پلاستیکی.....	۲۸۱
۷-۵-۲- استفاده از ضایعات لاستیکی (الاستومری).....	۲۸۴
۷-۵-۳- استفاده از الیاف ضایعاتی.....	۲۸۵
۸- کاربرد های لرزه گیر های الاستومری در فونداسیون سازه ها.....	۲۸۹
۸-۱- مقدمه.....	۲۸۹
۸-۲- تکیه گاه های ارتجاعی لاستیکی برای عملکرد مناسب در زلزله.....	۲۸۹
۸-۳- تاریخچه و کاربرد سامانه ایزوله ساختمان ها در برابر زلزله.....	۲۹۰
۸-۴- ویژگی های فناوری تکیه گاه های ارتجاعی ساختمانی محافظ در برابر زلزله و ارتعاشات.....	۲۹۲
۸-۴-۱- انواع تکیه گاه های ارتجاعی لرزه گیر.....	۲۹۴
۸-۴-۱-۱- سامانه های بر پایه لاستیک طبیعی.....	۲۹۶
۸-۴-۱-۲- تکیه گاه های با میرایی کم از لاستیک طبیعی و مصنوعی.....	۲۹۶
۸-۴-۱-۳- تکیه گاه های با تویی سربی.....	۲۹۸
۸-۴-۱-۴- سامانه های لاستیک طبیعی با اتلاف بالا.....	۲۹۸
۸-۴-۱-۵- سایر لرزه گیر های الاستومری.....	۳۰۰
۸-۴-۱-۶- سامانه های لرزه گیر لغزشی.....	۳۰۱
۸-۴-۲- سایر ملاحظات و کاربرد فناوری ایزوله ساختمان ها در برابر زلزله.....	۳۰۱
۹- پلیمرها در معماری خانه های خورشیدی.....	۳۰۳
۹-۱- مقدمه.....	۳۰۳
۹-۲- کاربرد سلول های خورشیدی پلیمری در معماری.....	۳۰۳
۹-۲-۱- نیاز به دو نیمه رسانا.....	۳۰۵
۹-۲-۲- فرآیندهای اصلی در سلول های خورشیدی آلی.....	۳۰۶
۹-۲-۳- سلول های خورشیدی آلی واقعی.....	۳۰۷
۹-۲-۳-۱- سلول های خورشیدی حساس شده به وسیله رنگ.....	۳۰۷
۹-۲-۳-۲- سلول های دولایه ای.....	۳۰۹

۳۱۰.....	۳-۳-۲-۹- سلول‌های خورشیدی چند پیوندگامی
۳۱۱.....	۴-۲-۹- موقعیت صنعتی در سلول‌های خورشیدی چند پیوندگامی
۳۱۳.....	۵-۲-۹- طول عمر
۳۱۴.....	۶-۲-۹- جهت‌گیری آینده برای بهبود بازده
۳۱۵.....	۷-۲-۹- مقدمه‌ای بر مباحث تجاری PV
۳۱۶.....	۱-۷-۲-۹- چالش‌های PV در زمینه توسعه تحقیقات و فناوری
۳۱۷.....	۲-۷-۲-۹- موضوعات اجتماعی توسعه PV
۳۱۸.....	۳-۹- کاربرد باتری‌های پلیمری در ساختمانهای خورشیدی
۳۲۱.....	مراجع و منابع