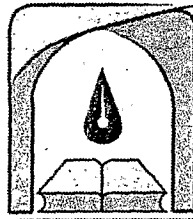


سلام افلا

۱۳۲۷۹



دانشگاه تربیت مدرس
Farhat Modares University

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی عمران - گرایش راه و ترابری

عنوان پایان نامه:

استفاده از الیاف پلاستیکی بازیافتی (پت) در بتن روسازی

نگارش:

بابک حسین زاده فخیم

استاد راهنما:

دکتر ابوالفضل حسنی

استاد مشاور:

دکتر جواد سوداگری

زمستان ۱۳۸۶

۱۳۸۷ / ۷ / ۱۱

مهر و امضای استاد راهنما
دکتر ابوالفضل حسنی

۹۶۴۴۱



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان

آقای بابک حسین زاده فخیم پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان استفاده از الیاف پلیاستیکی بازیافتی (پت) در بتن روسازی در تاریخ ۱۳۸۶/۱۲/۱۹ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی عمران - راه و ترابری پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر ابوالفضل حسینی	دانشیار	
استاد مشاور	دکتر جواد سوداگری	استادیار	
استاد ناظر	دکتر امیر کاوسی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر غلامعلی شفابخش	استادیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر محمود صفارزاده	دانشیار	



آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد / رساله دکتری نگارنده در رشته _____ است که در سال _____ در دانشکده فنی و مهندسی _____ دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب آقای دکتر ابوالفضل حسینی مشاور سرکار خانم / جناب آقای دکتر جواد سوداگری و مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر _____ از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تادیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالعه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهند به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل و جه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروشو تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب **بابک حسن زاده محم** کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی

تاریخ و امضاء: _____



دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان‌نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه / رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد. تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه / رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم‌الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می‌شود.

نام و نام خانوادگی

دکتر حسن کریم امضاء



تشکر و قدردانی

این تحقیق زیر نظر استاد ارجمند جناب آقای دکتر ابوالفضل حسنی که از ابتدا تا اتمام این پژوهش با مساعدتهای بی دریغ خود بنده را بهره مند فرمودند.

ضمن تشکر و سپاسگزاری خود از این استاد بزرگوار که هر چند شاگردی در محضرشان کوتاه مدت اما نقطه عطفی در تاریخ تحصیلی ام بود که بی حضورشان این مسیر ممکن نبود.

همچنین با تشکر از دوستان ارجمندم جناب آقای دکتر عبدی و جناب آقای مهندس آفاسلطان که همراهی برادرانه‌شان در این مسیر مشوقم بود.

ضمناً از زحمات سرکار خانم یدالهی و جناب آقای حسن زاده که در مراحل تایپ و آزمایشگاه نهایت همکاری را نموده‌اند کمال تشکر را دارم.

تقدیم :

پدر و مادر عزیز ؛

به کدامین راه می‌توانم حتی گوشه‌ای از زحمات و دل‌نگرانیها و همراهیتان را سپاسگزار باشم که در این راه کلمات نیز یاریم نکردند .

عزیزانم ، این مختصر نگاشته را با بوسه‌ای گرم بر دستانتان به پاس تنها لحظه‌ای از تمام آنچه برایم کرده‌اید و می‌کنید پذیرا باشید .

تقدیم به همسر عزیزم که با پشتیبانی و صعه صدر این راه را بر من هموار کرد.

این پایان‌نامه را به خواهر و برادر عزیزم که همواره وجودشان شادی‌بخش لحظات زندگی بود تقدیم می‌نمایم .

این مختصر نگاشته را به پدرم و مادر همسر عزیزم تقدیم می‌دارم به پاس از همراهیها و همراهیتان

تقدیم به دو گل همیشه بهار زندگیم فرانک و کوروش .

چکیده:

راهها به دلیل اهمیت اقتصادی، اجتماعی و اثراتی که در بهبود ارتباطات و تسهیل زندگی روزمره دارند، جزو منافع ملی محسوب می‌گردند. لذا علاوه بر حصول خدمت‌دهی مناسب، بایستی خصوصیات عملکردی مناسبی نیز تأمین نمایند. امروزه جهت نیل به این هدف، رقابت چشمگیری بین رویه‌های آسفالتی و بتنی، وجود دارد. این رقابت سبب ایجاد عرصه لازم جهت بهبود کیفیت و جستجوی راهکار، جهت ارتقاء رفتار و عملکرد رویه‌های بتنی شده است. از طرفی، به دلیل افزایش روزانه مواد آلاینده زیست محیطی از جمله بطری‌های نوشابه که خود سهم چشمگیری در بازار مواد غذایی دارند، به صورت مواد زائد تجزیه‌ناپذیر، یکی از دغدغه‌ها و مسائل اصلی جوامع امروزی محسوب می‌گردند.

تحقیق حاضر، به دو دلیل انجام گرفته است. اولاً، جهت بهبود رفتار و خواص مقاومتی رویه‌های بتنی جهت حصول خدمت‌دهی مناسب، رضایت کاربران راه و ثانیاً، کاهش اثرات نامطلوب و خسارتهای زیست محیطی بطری‌های نوشابه پلاستیکی (PET).

لذا با صرف نظر کردن از دو انتهای بطری‌ها، آنها به صورت خردشده جهت تهیه الیاف، در بتن استفاده گردیدند. الیاف به ۳ صورت پانچی، سمباده‌ای و دندانه‌ای، در ابعاد مختلف ورقه مربعی $۱/۵ \times ۲$ ، ۱×۲ ، $۱/۵ \times ۲$ و ۲×۲ سانتیمتر با درصدهای مختلف مصرفی ۰/۵، ۱، ۲ و ۳ درصد، جهت تقویت بتن روسازی مورد استفاده قرار گرفتند.

نتایج بررسی‌های آزمایشگاهی بر روی ۱۲۹ نمونه مکعبی (۱۵ سانتیمتری) و ۶ نمونه خمشی آزمایشگاهی نشان داد که استفاده از الیاف پانچی، با مقدار بهینه ۰/۵ درصد و برای ابعاد $۱/۵ \times ۲$ سانتیمتر تأثیر مطلوبی بر روی افزایش مقاومت فشاری تا حد ۱۰٪ و مقاومت خمشی تا حد ۶٪ دارد و منحنی جذب انرژی (طاقت) تغییر شکل به میزان ۴۴ درصد در بتن روسازی افزایش یافت.

واژگان کلیدی: روسازی‌های بتن الیافی، ضایعات پلاستیکی و بطری‌های پلی اتیلن ترفتالات (PET).

۱-۴	فصل اول: طرح تحقیق
۲	۱-۱- مقدمه
۳	۱-۲- تعریف مسأله و بیان سوالات تحقیق
۳	۱-۳- ضرورت انجام تحقیق
۴	۱-۴- فرضیه تحقیق
۴	۱-۵- اهداف تحقیق
۴	۱-۶- کاربردهای متصور از تحقیق
۴	۱-۷- جنبه‌های نوآوری تحقیق
۴	۱-۸- روش تحقیق
۵-۶۱	فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده
۷	۲-۱- مقدمه ای بر روسازی های بتنی
۸	۲-۲- خواص و ویژگی‌های الیاف
۸	۲-۲-۱- تاریخچه استفاده از انواع الیاف
۹	۲-۲-۲- شکل و اندازه الیاف
۱۰	۲-۲-۳- نسبت ظاهری الیاف
۱۱	۲-۲-۴- ضریب ارتجاعی الیاف
۱۱	۲-۲-۵- پیوستگی الیاف در بتن
۱۱	۲-۲-۵-۱- تجمع مواد بین سطوح مشترک
۱۱	۲-۲-۵-۲- بافت سطحی و شکل الیاف
۱۱	۲-۲-۵-۳- ضریب پواسون
۱۲	۲-۲-۶- خاصیت ارتجاعی
۱۲	۲-۲-۷- مقاومت کششی الیاف
۱۲	۲-۲-۸- کرنش پذیری الیاف
۱۳	۲-۲-۹- حجم بحرانی الیاف
۱۳	۲-۲-۱۰- شیوه قرار گرفتن و توزیع الیاف در بتن
	۲-۲-۱۱- نقش الیاف در بتن

۱۴	۱۲-۲-۲- خواص الیاف در بتن تازه و سخت شده
۱۵	۳-۲- بتن های الیافی
۱۶	۳-۲-۱- بررسی انواع مصالح مصرفی در بتن الیافی
۱۶	۳-۲-۲- سیمان
۱۷	۳-۳-۲- سنگدانه
۱۸	۳-۳-۴- آب مصرفی در بتن
۱۹	۳-۲-۵- افزودنی های بتن الیافی
۱۹	۳-۲-۵-۱- افزودنی های شیمیایی
۱۹	۳-۲-۵-۲- مواد سیمانی در بتن های الیافی
۱۹	۳-۲-۶- مزایای بتن الیافی
۲۰	۳-۲-۷- کاربردهای بتن الیافی
۲۲	۲-۴- خواص و ویژگی های الیاف
۲۳	۲-۵- انواع الیاف های مصرفی در بتن
۲۳	۲-۵-۱- الیاف فولادی
۲۴	۲-۵-۲- الیاف پلیمری (کربنی)
۲۵	۲-۵-۲-۱- اکریلیک
۲۵	۲-۵-۲-۲- آرامید
۲۶	۲-۵-۲-۳- نایلون
۲۶	۲-۵-۲-۴- پلی استر
۲۶	۲-۵-۲-۵- پلی اتیلن
۲۶	۲-۵-۲-۶- پلی پروپیلن
۲۷	۲-۵-۳- الیاف شیشه ای
۲۷	۲-۵-۴- الیاف طبیعی
۲۸	۲-۵-۴-۱- بامبو
۲۸	۲-۵-۴-۲- نارگیل
۲۸	۲-۵-۴-۳- فلکس
۲۸	۲-۵-۴-۴- جوت
۲۸	۲-۵-۴-۵- سیسال
۲۸	۲-۵-۴-۶- الیاف چوب
۲۹	۲-۶- تأثیر استفاده از الیاف در بهبود خواص مکانیکی
۲۹	۲-۶-۱- موارد مصرف بتن تقویت شده با الیاف

۲۹	۲-۶-۲- اصول تقویت بتن ها با الیاف
۳۰	۳-۶-۲- انتقال تنش در بتن های الیافی
۳۱	۴-۶-۲- انواع شکست بتن های الیافی
۳۱	۵-۶-۲- ضریب بازدهی
۳۱	۶-۶-۲- تأثیر طول الیاف
۳۲	۱-۶-۶-۲- تأثیر جهت قرارگیری الیاف
۳۲	۷-۶-۲- تأثیر متقابل الیاف بر الیاف
۳۲	۷-۲- رفتار تنش - کرنش بتن های الیافی
۳۲	۸-۲- طاقت شکست
۳۳	۹-۲- خواص و دوام بتن های الیافی فولادی، پلیمری و شیشه ای
۳۴	۱-۹-۲- بتن مسلح به الیاف فولادی
۳۴	۱-۱-۹-۲- مقاومت فشاری
۳۵	۲-۱-۹-۲- مقاومت کششی
۳۶	۳-۱-۹-۲- مقاومت خمشی
۳۸	۴-۱-۹-۲- مقاومت در برابر خستگی
۳۸	۵-۱-۹-۲- مقاومت در برابر بارهای ضربه ای
۳۹	۶-۱-۹-۲- خزش و جمع شدگی دراز مدت
۳۹	۷-۱-۹-۲- جمع شدگی خمیری بتن
۴۰	۸-۱-۹-۲- وزن مخصوص
۴۰	۹-۱-۹-۲- مقاومت سایش
۴۱	۱۰-۱-۹-۲- مقاومت در برابر ذوب و انجماد
۴۱	۱۱-۱-۹-۲- خوردگی الیاف فولادی در بتن
۴۱	۲-۹-۲- بتن های مسلح شده با الیاف پلیمری
۴۱	۱-۲-۹-۲- مقاومت فشاری
۴۲	۲-۲-۹-۲- مقاومت کششی
۴۲	۳-۲-۹-۲- مقاومت خمشی
۴۲	۴-۲-۹-۲- مقاومت در برابر خستگی
۴۳	۵-۲-۹-۲- مقاومت در برابر بارهای ضربه ای
۴۳	۶-۲-۹-۲- خزش و جمع شدگی دراز مدت
۴۳	۷-۲-۹-۲- جمع شدگی خمیری بتن
۴۴	۸-۲-۹-۲- وزن مخصوص

۴۴	۹-۲-۹-۲- دوام الیاف پلیمری در بتن
۴۴	۳-۹-۲- الیاف شیشه‌ای
۴۵	۱-۳-۹-۲- دوام
۴۶	۲-۳-۹-۲- مقاومت کششی و خمشی
۴۷	۱۰-۲- بررسی تأثیر الیاف بر خواص بتن تازه
۴۷	۱-۱۰-۲- خواص بتن تازه مسلح شده با الیاف فولادی
۴۸	۲-۱۰-۲- خواص بتن تازه مسلح شده با الیاف کربنی
۴۹	۱۱-۲- تأثیر الیاف بر خواص بتن سخت شده
۴۹	۱-۱۱-۲- رفتار خمشی بتن مسلح با الیاف پلیمری
۴۹	۲-۱۱-۲- بررسی حجم، طول و شرایط هندسی الیاف مصرفی بر روی مقاومت خمشی
۵۱	۳-۱۱-۲- رفتار تحت اثر برش پیچش (الیاف فولادی و پلیمری)
۵۱	۱-۳-۱۱-۲- وزن مخصوص، مقاومت سایشی و مقاومت لغزشی
۵۱	۴-۱۱-۲- سیکل یخ‌زدگی و آب‌شدگی در روسازی‌های بتنی الیافی
۵۲	۵-۱۱-۲- بررسی روسازی بتن الیافی در اثر بارگذاری ضربه‌ای
۵۳	۱-۵-۱۱-۲- آزمایش افت وزنه
۵۳	۲-۵-۱۱-۲- نتایج آزمایش افت وزنه
۵۳	۶-۱۱-۲- بررسی رفتار خستگی بتن الیافی
۵۴	۱۲-۲- روش تولید
۵۵	۱-۱۲-۲- روشهای مخلوط‌کردن
۵۷	۲-۱۲-۲- تراکم بتن الیافی
۵۸	۳-۱۲-۲- روش طرح اختلاط برای بتن الیافی
۵۹	۱-۳-۱۲-۲- ملزومات بتن دارای الیاف فولادی
۵۹	۲-۳-۱۲-۲- ملزومات بتن دارای الیاف پلیمری
۶۰	۱۳-۲- پیشرفت‌های انجام شده از الیاف PET
۶۲-۸۶	فصل سوم: روش انجام تحقیق
۶۳	۱-۳- فرآیند انجام تحقیق
۶۶	۲-۳- بتن مصرفی
۶۶	۱-۲-۳- نوع مواد تشکیل دهنده بتن
۶۶	۲-۲-۳- مقدار مواد تشکیل دهنده بتن
۷۰	۳-۳- الیاف مصرفی

۷۱	۳-۳-۱- مقدار الیاف PET
۷۱	۳-۳-۲- ابعاد الیاف مصرفی
۷۲	۳-۳-۳- شکل و سطح الیاف مصرفی
۷۲	۳-۳-۴- دستگاه تولید الیاف
۷۳	۳-۴-۴- تهیه نمونه‌های آزمایشگاهی (طرح اختلاط)
۷۳	۳-۴-۱- تعداد نمونه‌های آزمایشی
۷۴	۳-۴-۲- مقدار اجزاء مخلوط نمونه‌های آزمایشگاهی
۷۴	۳-۴-۱-۲- نمونه‌های فشاری
۷۶	۳-۴-۲-۲- نمونه‌های خمشی
۷۷	۳-۵- ساخت نمونه‌های بتن الیافی
۸۶	۳-۶- آزمایش‌های استاندارد تعیین مقاومت فشاری و خمشی

۸۷-۱۳۱

فصل چهارم: ارائه و تحلیل نتایج تحقیق

۸۸	۴-۱- نتایج آزمایش‌ها
۸۸	۴-۲- نتایج آزمایش‌های تعیین مقاومت فشاری
۸۸	۴-۲-۱- نتایج کلیه نمونه‌ها (مرحله اول آزمایش‌ها)
۹۸	۴-۲-۲- نتایج مقاومت فشاری میانگین نمونه‌های مکعبی (مرحله اول آزمایش‌ها)
۹۸	۴-۲-۲-۱- نتایج مقاومت فشاری در برابر درصد (با احتساب تغییرات شکل و ابعاد الیاف)
۱۰۶	۴-۲-۲-۲- نتایج مقاومت فشاری در برابر شکل (با احتساب تغییرات درصد و ابعاد)
۱۱۶	۴-۲-۲-۳- نتایج مقاومت فشاری در ابعاد (با احتساب تغییرات درصد و شکل)
۱۲۵	۴-۲-۳- نتایج مرحله دوم آزمایش‌ها
۱۲۶	۴-۲-۴- نتایج مقاومت فشاری میانگین نمونه‌های مکعبی (مرحله دوم آزمایش‌ها)
۱۲۷	۴-۳- نتایج آزمایش‌های تعیین مقاومت خمشی
۱۲۷	۴-۳-۱- نتایج نمونه‌های تعیین مقاومت خمشی
۱۲۸	۴-۳-۲- نتایج قیاسی مقاومت خمشی میانگین با مقاومت فشاری
۱۲۸	۴-۴- نتایج آزمایش‌های مقاومت نمونه‌ها به صورت نمودارهای تنش
۱۲۹	۴-۵- بررسی نحوه شکست نمونه‌ها تحت آزمایش‌های تعیین مقاومت فشاری و خمشی
۱۳۱	۴-۶- بررسی نحوه گسیختگی الیاف PET سخت آزمایش کشش مستقیم

فصل پنجم: خلاصه و نتیجه گیری

۱۳۲-۱۳۵

۱-۵- جمع بندی

۱۳۳

۲-۵- نتایج حاصل از این تحقیق

۱۳۳

۳-۵- ارائه پیشنهادهای لازم جهت انجام تحقیقات آتی

۱۳۴

فهرست منابع و مراجع:

فهرست ضمائم:

۱-۴

ضمیمه «الف»

طرح اختلاط بتن

۵-۱۶

ضمیمه «ب»

آزمایش های استاندارد تعیین مقاومت های فشاری و خمشی

۱۷-۲۶

ضمیمه «پ»

مشخصات نمونه های بتنی مکعبی و تیزی شکل

۲۷-...

ضمیمه «ت»

نتایج آزمایش های مقاومتی نمونه ها به صورت نمودار های تنش-کرنش و تنش-زمان

شماره صفحه	عنوان
۹	شکل ۱-۲- انواع شکل‌های الیاف فلزی
۱۲	شکل ۲-۲- تفاوت رفتار بتن تقویت شده و نشده با الیاف در خمش (با درصد‌های حجمی مختلف الیاف)
۲۴	شکل ۳-۲- متداول ترین شکل الیاف فولادی
۳۰	شکل ۴-۲- توزیع تنش برای الیاف ناپیوسته در یک جهت مشخص، تحت تنش کششی
۳۲	شکل ۵-۲- منحنی تنش- کرنش برای یک بتن مسلح به الیاف
۳۵	شکل ۶-۲- منحنی بار فشاری تغییر شکل برای بتن های حاوی الیاف فولادی قلاب دار با طول ۵۰ mm
۳۷	شکل ۷-۲- اثر مقدار الیاف روی عملکرد خمشی بتن (الیاف قلابدار به طول ۵۰ میلیمتر)
۳۸	شکل ۸-۲- تأثیر شکل الیاف روی مقاومت خمشی ترکیب
۴۰	شکل ۹-۲- تأثیر الیاف فولادی روی مقاومت بتن در برابر ضربه
۴۳	شکل ۱۰-۲- منحنی بار تغییر شکل متعارف برای بتن حاوی الیاف پلیمری
۴۴	شکل ۱۱-۲- تأثیر مقدار استفاده از الیاف پلیمری روی ترک خوردگی خمیری
۴۵	شکل ۱۲-۲- تغییرات در نسبت طاق خمش تحت شرایط تسریع شده
۴۷	شکل ۱۳-۲- مقاومت خمشی بتن حاوی الیاف شیشه ای تحت شرایط مختلف عمل اوری تسریع شده در آب آهک ۸۰درجه سانتیگراد نگهداری شده است
۵۰	شکل ۱۴-۲- تأثیر طول الیاف بروی میزان سختی بتن
۵۸	شکل ۱۵-۲- آزمایش مخروط اسلامپ وارونه
۶۱	شکل ۱۶-۲- ایستگاه شماتیک تبدیل ضایعات PET به الیاف PET
۶۴	شکل ۱-۳- قسمت استوانه ای قابل استفاده برای بتن
۶۵	شکل ۲-۳- انواع الیاف مصرفی در بتن
۷۲	شکل ۳-۳- نمایی از ورقه مستطیلی الیاف PET و الیاف ساخته شده برای مصرف در بتن
۷۸	شکل ۴-۳- اندازه گیری مقدار مصالح مصرفی در بتن
۷۹	شکل ۵-۳- اندازه گیری میزان آب مصرفی
۷۹	شکل ۶-۳- روغن کاری قالب‌ها قبل از بتن ریزی
۸۰	شکل ۷-۳- افزودن الیاف به مصالح
۸۱	شکل ۸-۳- پرکردن قالب‌های نمونه‌های فشاری
۸۲	شکل ۹-۳- تخمق زنی نمونه‌های فشاری

- شکل ۳-۱۰- ویرنه زنی نمونه‌های فشاری ۸۲
- شکل ۳-۱۱- ویرنه زنی نمونه‌های خمشی ۸۳
- شکل ۳-۱۲- پرداخت نهایی سطح نمونه‌ها ۸۳
- شکل ۳-۱۳- نمونه‌های ساخته شده بتن تازه ۸۴
- شکل ۳-۱۴- باز کردن قالب‌ها جهت خارج نمودن نمونه‌ها ۸۴
- شکل ۳-۱۵- عمل آوری نمونه‌های فشاری در حمام آب ۸۵
- شکل ۳-۱۶- عمل آوری نمونه‌های خمشی در حمام آب ۸۵
- نمودار ۴-۱- نمودار خطی با محور X درصد الیاف و متغیر ابعاد برای شکل دندانه‌ای ۹۸
- نمودار ۴-۲- نمودار میله‌ای با محور X درصد الیاف و متغیر ابعاد برای شکل دندانه‌ای ۹۹
- نمودار ۴-۳- نمودار خطی با محور X درصد الیاف و متغیر ابعاد برای شکل سمباده‌ای ۹۹
- نمودار ۴-۴- نمودار میله‌ای با محور X درصد الیاف و متغیر ابعاد برای شکل سمباده‌ای ۱۰۰
- نمودار ۴-۵- نمودار خطی با محور X درصد الیاف و متغیر ابعاد برای شکل پانچی ۱۰۰
- نمودار ۴-۶- نمودار میله‌ای با محور X درصد الیاف و متغیر ابعاد برای شکل پانچی ۱۰۱
- نمودار ۴-۷- نمودار خطی با محور X درصد الیاف و متغیر شکل برای ابعاد 1×2 ۱۰۲
- نمودار ۴-۸- نمودار میله‌ای با محور X درصد الیاف و متغیر شکل برای ابعاد 1×2 ۱۰۲
- نمودار ۴-۹- نمودار خطی با محور X درصد الیاف و متغیر شکل برای ابعاد $1/5 \times 2$ ۱۰۳
- نمودار ۴-۱۰- نمودار میله‌ای با محور X درصد الیاف و متغیر شکل برای ابعاد $1/5 \times 2$ ۱۰۳
- نمودار ۴-۱۱- نمودار خطی با محور X درصد الیاف و متغیر شکل برای ابعاد 2×2 ۱۰۴
- نمودار ۴-۱۲- نمودار میله‌ای با محور X درصد الیاف و متغیر شکل برای ابعاد 2×2 ۱۰۴
- نمودار ۴-۱۳- نمودار خطی تلفیقی با محور X درصد الیاف و متغیر ابعاد و شکل ۱۰۵
- نمودار ۴-۱۴- نمودار میله‌ای تلفیقی با محور X درصد الیاف و متغیر ابعاد و شکل ۱۰۶
- نمودار ۴-۱۵- نمودار خطی با محور X شکل الیاف و متغیر درصد برای ابعاد 1×2 ۱۰۷
- نمودار ۴-۱۶- نمودار میله‌ای با محور X شکل الیاف و متغیر درصد برای ابعاد 1×2 ۱۰۷
- نمودار ۴-۱۷- نمودار خطی با محور X شکل الیاف و متغیر درصد برای ابعاد $1/5 \times 2$ ۱۰۸
- نمودار ۴-۱۸- نمودار میله‌ای با محور X شکل الیاف و متغیر درصد برای ابعاد $1/5 \times 2$ ۱۰۸
- نمودار ۴-۱۹- نمودار خطی با محور X شکل الیاف و متغیر درصد برای ابعاد 2×2 ۱۰۹
- نمودار ۴-۲۰- نمودار میله‌ای با محور X شکل الیاف و متغیر درصد برای ابعاد 2×2 ۱۰۹
- نمودار ۴-۲۱- نمودار خطی با محور X شکل الیاف و متغیر ابعاد برای درصد ثابت ۱۱۰
- نمودار ۴-۲۲- نمودار میله‌ای با محور X شکل الیاف و متغیر ابعاد برای درصد ثابت ۰/۵ ۱۱۱
- نمودار ۴-۲۳- نمودار خطی با محور X شکل الیاف و متغیر ابعاد برای درصد ثابت ۱۱۱
- نمودار ۴-۲۴- نمودار میله‌ای با محور X شکل الیاف و متغیر ابعاد برای درصد ثابت ۰/۱ ۱۱۲

- ۱۱۲ نمودار ۴-۲۵- نمودار خطی با محور X شکل الیاف و متغیر ابعاد برای درصد ثابت ۲٪
- ۱۱۳ نمودار ۴-۲۶- نمودار میله‌ای با محور X شکل الیاف و متغیر ابعاد برای درصد ثابت ۲٪
- ۱۱۳ نمودار ۴-۲۷- نمودار خطی با محور X شکل الیاف و متغیر ابعاد برای درصد ثابت ۳٪
- ۱۱۴ نمودار ۴-۲۸- نمودار میله‌ای با محور X شکل الیاف و متغیر ابعاد برای درصد ثابت ۳٪
- ۱۱۵ نمودار ۴-۲۹- نمودار خطی تلفیقی با محور X شکل الیاف و متغیر ابعاد و درصد الیاف
- ۱۱۵ نمودار ۴-۳۰- نمودار میله‌ای تلفیقی با محور X شکل الیاف و متغیر ابعاد و درصد الیاف
- ۱۱۶ نمودار ۴-۳۱- نمودار خطی با محور X ابعاد و متغیر درصد برای شکل دندان‌های
- ۱۱۷ نمودار ۴-۳۲- نمودار میله‌ای با محور X ابعاد و متغیر درصد برای شکل دندان‌های
- ۱۱۷ نمودار ۴-۳۳- نمودار خطی با محور X ابعاد و متغیر درصد برای شکل سمباده‌ای
- ۱۱۸ نمودار ۴-۳۴- نمودار میله‌ای با محور X ابعاد و متغیر درصد برای شکل سمباده‌ای
- ۱۱۸ نمودار ۴-۳۵- نمودار خطی با محور X ابعاد و متغیر درصد برای شکل پانچی
- ۱۱۹ نمودار ۴-۳۶- نمودار میله‌ای با محور X ابعاد و متغیر درصد برای شکل پانچی
- ۱۲۰ نمودار ۴-۳۷- نمودار خطی با محور X ابعاد و متغیر شکل برای ۵/۰ درصد مصرف الیاف
- ۱۲۰ نمودار ۴-۳۸- نمودار میله‌ای با محور X ابعاد و متغیر شکل برای ۵/۰ درصد مصرف الیاف
- ۱۲۱ نمودار ۴-۳۹- نمودار خطی با محور X ابعاد و متغیر شکل برای ۱٪ درصد مصرف الیاف
- ۱۲۱ نمودار ۴-۴۰- نمودار میله‌ای با محور X ابعاد و متغیر شکل برای ۱٪ درصد مصرف الیاف
- ۱۲۲ نمودار ۴-۴۱- نمودار خطی با محور X ابعاد و متغیر شکل برای ۲٪ درصد مصرف الیاف
- ۱۲۲ نمودار ۴-۴۲- نمودار میله‌ای با محور X ابعاد و متغیر شکل برای ۲٪ درصد مصرف الیاف
- ۱۲۳ نمودار ۴-۴۳- نمودار خطی با محور X ابعاد و متغیر شکل برای ۳٪ درصد مصرف الیاف
- ۱۲۳ نمودار ۴-۴۴- نمودار میله‌ای با محور X ابعاد و متغیر شکل برای ۳٪ درصد مصرف الیاف
- ۱۲۴ نمودار ۴-۴۵- نمودار خطی تلفیقی با محور X ابعاد و متغیر درصد شکل الیاف
- ۱۲۵ نمودار ۴-۴۶- نمودار میله‌ای با محور X ابعاد و متغیر درصد شکل الیاف
- ۱۲۶ نمودار ۴-۴۷- نتایج آزمایش های مقاومت فشاری برای درصد‌های مختلف الیاف پانچی شکل
- ۱۲۸ نمودار ۴-۴۸- مقایسه شیب نمودار مقاومت خمشی و فشاری
- ۱۲۹ شکل ۴-۴۹- شکستن نمونه بتن الیافی از ماتریس بتن
- ۱۳۰ شکل ۴-۵۰- شکستن نمونه بتن الیافی از محل الیاف
- ۱۳۰ شکل ۴-۵۱- انتقال تنش از بتن به الیاف در نمونه خمشی

شماره صفحه	عنوان
۱۵	جدول ۱-۲- برخی از ویژگیهای الیاف مختلف
۱۷	جدول ۲-۲- عناصر شیمیایی تشکیل دهنده انواع سیمان
۱۸	جدول ۳-۲- مشخصات دانه بندی برای مصرف الیاف فولادی
۲۱	جدول ۴-۲- مصارف عمومی انواع الیاف
۲۵	جدول ۵-۲- خصوصیات فیزیکی انواع الیاف کربنی
۲۷	جدول ۶-۲- خصوصیات الیاف طبیعی
۲۷	جدول ۷-۲- برخی از ویژگیهای الیاف مختلف
۵۵	جدول ۸-۲- مقادیر متعارف اجزای مخلوط های بتن حاوب الیاف
۵۵	جدول ۹-۲- یک نمونه از مخلوط حاوی الیاف و خاکستر بادی
۶۵	جدول ۱-۳- مشخصات الیاف مصرفی در بتن
۶۷	جدول ۲-۳- طرح اختلاط بتن
۶۸	جدول ۳-۳- مقاومت و مشخصات مکانیکی بتن
۶۹	جدول ۴-۳- خلاصه نتیجه محاسبات طرح اختلاط بتن
۷۰	جدول ۵-۳- دانه بندی دانه درشت
۷۰	جدول ۶-۳- دانه بندی ریزدانه
۷۳	جدول ۷-۳- تعداد سری اول نمونه ها
۷۴	جدول ۸-۳- تعداد سری دوم نمونه ها
۷۴	جدول ۹-۳- اجزاء مخلوط برای هر پیمانان در نمونه های فشاری
۷۴	جدول ۱۰-۳- دانه بندی شن برای هر پیمانان نمونه های فشاری
۷۵	جدول ۱۱-۳- دانه بندی ماسه برای هر پیمانان در نمونه های فشاری
۷۵	جدول ۱۲-۳- مقدار الیاف مصرفی برای هر پیمانان در نمونه های سری اول
۷۶	جدول ۱۳-۳- مقدار الیاف مصرفی برای هر پیمانان در نمونه های سری دوم
۷۶	جدول ۱۴-۳- اجزاء مخلوط برای هر پیمانان در نمونه های خمشی
۷۶	جدول ۱۵-۳- دانه بندی شن برای هر پیمانان نمونه های خمشی
۷۷	جدول ۱۶-۳- دانه بندی ماسه برای هر پیمانان در نمونه های خمشی
۷۷	جدول ۱۷-۳- مقدار الیاف مصرفی برای هر پیمانان در نمونه های خمشی
۹۰	جدول ۱-۴- نتایج کلیه نمونه های مکعبی مرحله اول در آزمایش مقاومت فشاری
۱۲۶	جدول ۲-۴- نتایج نمونه های مکعبی مرحله دوم در آزمایش مقاومت فشاری

جدول ۳-۴- نتایج نمودارهای خمشی

۱۲۷

جدول ۴-۴- مشخصات مکانیکی الیاف PET مصرفی در این تحقیق

۱۳۱

فصل اول:

طرح تحقیق