



دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی عمران

عنوان پایان :

سازگاری بین بتن اولیه و مصالح ترمیم در فرآیند ترمیم بتن

سارا آرین

ارائه شده جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی عمران گرایش سازه

استاد راهنما:

دکتر محمدرضا اصفهانی

استاد مشاور:

دکتر حسن حاجی کاظمی

خرداد



پایان نامه حاضر تحت عنوان:

سازگاری بین بتن اولیه و مصالح ترمیم در فرآیند ترمیم بتن

ما را آری، تهیه و به هیأت داوران ارائه گردیده است. مورد تایید کمیته
تحصیلات تکمیلی گروه عمران دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی می باشد.

تاریخ دفاع نمره درجه ارزشیابی

اعضای هیأت داوران:

امضاء	نام و نام خانوادگی	سمت در هیئت داوران
	دکتر محمدرضا اصفهانی	- استاد راهنما
	دکتر کاظمی	- استاد مشاور
	دکتر محمدرضا توکلی زاده	- استاد مدعو
	دکتر نقر بلوری بزاز	- نماینده تحصیلات تکمیلی

تشکر و قدردانی

بر خود لازم می‌دانم از زحمات جناب آقای دکتر اصفهانی که هدایت این پایان‌نامه را برعهده داشتند: اساتید محترم گروه عمران دانشگاه فردوسی که در دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد افتخار شاگردی ایشان را داشتم کمال تشکر و قدردانی را داشتم.

از جناب آقای مهندس طاهباز مدیریت محترم شرکت صنایع شیمیایی ژیکاوا که حامی این پژوهش بودند نیز کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

از پدر و مادرم که تمامی موفقیت‌هایم را مرهون زحمات ایشان هستم تشکر نموده و از همسرم جناب آقای مهندس پوراسماعیل که در تمامی مراحل تحصیل و زندگی همواره پشتیبان و مشوق من بوده‌اند سپاسگزاری می‌کنم.

در پایان از کلیه افرادی که به نحوی من را در تهیه این مجموعه یاری کردند به ویژه آقای حاجی‌نژاد تکنسین محترم آزمایشگاه بتن دانشگاه فردوسی کمال تشکر و قدردانی را دارم.

سارا آرین منش

تأبستان

چکیده

در این پایان نامه، مسئله سازگاری بین بتن اولیه و مصالح ترمیم در فرآیند ترمیم بتن بررسی شده است. سازگاری را می‌توان یک تعادل فیزیکی، شیمیایی و الکتروشیمیایی بین مصالح ترمیم و بتن موجود تعریف کرد. در این تحقیق برای مطالعه سازگاری بین بتن اولیه و مصالح ترمیم، سه ماده ترمیم انتخاب شده و تاثیر پارامترهای مختلف بر سازگاری بررسی گردید. به منظور شناخت خصوصیات مکانیکی مواد، آزمایشات مقاومت فشاری، کششی و خمشی بر روی مصالح ترمیم و بتن اولیه انجام گرفته است. آزمایش‌های مقاومت پیوستگی برش مایل و خمش سه‌ای تیر (سازگاری) نیز به منظور بررسی نمونه‌های مرکب انجام شده است.

پارامترهای متغیر در نمونه‌های مختلف شامل تفاوت در مقاومت فشاری و خمشی ماده ترمیم و بتن اولیه، مقاومت پیوستگی برش مایل، تفاوت در روش عمل‌آوری ماده ترمیم و نوع بافت سطح تماس بوده است.

سطح تماس دو ماده در نمونه‌های مرکب به دو روش صاف و سندبلاست‌شده آماده‌سازی شده و برای آوری از دو روش آوری ترکیبی و آوری مرطوب استفاده گردید.

بر اساس نتایج حاصل از آزمایشات بر روی پارامترهای بررسی‌شده در این پژوهش توان پارامترهای «موت خمشی» در شرایط عمل‌آوری مرطوب (/) و «مقاومت پیوستگی» در شرایط عمل‌آوری مرطوب و سطح تماس زیر (/) را بر سازگاری بین مصالح ترمیم و بتن اولیه موثر دانست. سایر پارامترهای مورد بررسی رابطه‌ای با سازگاری از خود نشان ندادند. سازگاری بین مصالح ترمیم و بتن اولیه به میزان قابل ملاحظه‌ای متأثر از روش عمل‌آوری ماده ترمیم است. مصالح ترمیم مورد بررسی در این پژوهش در شرایط عمل‌آوری ترکیبی سازگاری بهتری با بتن اولیه از خود نشان دادند. مود شکست تیر مرکب نیز تحت تاثیر روش آماده‌سازی سطح قرار دارد.

مقاومت پیوستگی مصالح ترمیم و بتن اولیه به طور مشخص تحت تاثیر مقاومت نسبی مواد، بافت سطح تماس و روش عمل‌آوری قرار دارد. توان در رابطه با تاثیر بافت سطح بر مقاومت پیوستگی اظهار نظر کرد. برخی مواد ترمیم با سطح تماس زیر مقاومت پیوستگی بیشتری دارند، برخی با سطح صاف. روش آوری نیز بر مقاومت پیوستگی مؤثر است اما تاثیر آن در مواد مختلف متفاوت است. برخی مواد در آوری مرطوب پیوستگی بالاتری دارند و برخی در عمل‌آوری ترکیبی.

کلید واژه‌ها: آزمایش سازگاری، مقاومت پیوستگی، بافت سطح تماس، روش عمل‌آوری.

ABSTRACT

Due to the availability of a wide variety of repair materials in the concrete repair industry, with a wide range of physical and mechanical properties, selection of a repair material for a particular repair of concrete is challenging. Previous studies indicate that the failure of concrete repairs is mainly due to improper selection of the repair material based on repair material properties, without investigating compatibility between repair material and substrate concrete. The compatibility between the repair material and substrate concrete exists when the composite section of the repair material and substrate concrete withstands all stresses induced by applied load under different environmental conditions without experiencing distress and deterioration over a designed period of time.

In this dissertation, the compatibility between three repair materials and substrate concrete was investigated in three stages. First, individual properties of the repair materials such as flow, compressive strength, flexural strength, split tensile bond strength were determined using standard ASTM test procedures. Second, the compatibility was investigated using a composite beam of the repair material and substrate concrete under third point loading. Third, the correlation of the repair material properties with the compatibility was investigated to predict the durability of the concrete repair.

In this research, compressive and flexural strength of repair materials and substrate concrete, slant shear bond strength, curing method and surface texture were selected as variants.

Correlation of individual material properties, such as compressive strength, flexural strength and bond strength was also investigated with the compatibility. Typically, the repair materials are selected based on its material properties instead of studying the behavior of composite section formed by the repair material and the substrate concrete. From this study it was observed that no significant correlation of the individual repair material properties exist with the compatibility. However, among all repair material properties as investigated, flexural strength ratio in moist curing condition had the highest correlation coefficient. Another parameter influencing the compatibility was bond strength in moist curing condition with rough surface texture. Other parameters investigated had no significant correlation with the composite beam flexural strength.

Bond strength is significantly influenced by strength ratios, surface texture and curing method. Some repair materials have higher bond strength with rough surface texture. However, smooth surface texture results in higher bond strength in some other ones.

Keywords: Concrete repair, Compatibility test, Bond strength, surface texture, Curing method

فصل اول - کلیات

- -
- - اصول کلی ترمیم بتن.....
- - روش انجام مطالعات در تحقیق حاضر.....
- - فصل بندی مطالب.....

دوم - اصول کلی ترمیم بتن

- -
- - انواع مصالح ترمیم.....
- - - طبقه بندی مصالح تعمیراتی با توجه به نوع کاربرد.....
- - - ملات‌های سیمانی.....
- - - ملات‌های سیمانی اصلاح شده با پلیمر.....
- - - ملات‌های پلیمری.....
- - انتخاب ماده ترمیم.....
- - سازگاری بین مصالح ترمیم و بتن اولیه.....
- - فاکتورهای مؤثر بر سازگاری.....
- - - مدول الاستیسیته.....
- - - مقاومت کششی.....

- - -
- - - مقاومت شیمیایی
- - - ضریب انبساط حرارتی
- - -
- - - ضریب خزش
- - - روش های آزمایش به منظور انتخاب ماده ترمیم
- - - مقاومت فشاری
- - - مقاومت کششی
- - - مقاومت خمشی
- - - مدول الاستیسیته
- - - انبساط حرارتی
- - - نفوذپذیری کلریدی
- - -
- - - مقاومت پیوستگی
- - - خمش سه نقطه ای
- - - خلاصه فصل دوم

م- بررسی موردی یک پژوهش انجام شده در رابطه با سازگاری ترمیم

- - -
- - - کاررفته در پژوهش
- - - خصوصیات مورد بررسی مصالح ترمیم

- - - روانی مصالح ترمیم
- - - زمان گیرش
- - - مقاومت فشاری
- - - مقاومت شکافت
- - - مقاومت خمشی
- - - شدگی ناشی از خشک شدن
- - - مقاومت در برابر سیکل های یخ زدن و ذوب شدن
- - - فوذپذیری کلریدی
- - - مقاومت پیوستگی برش مایل
- - - مقاومت خمشی سه ای تیر مرکب
- - - نتایج آزمایشات
- - - مقاومت فشاری
- - - مقاومت شکافت
- - - مقاومت خمشی
- - - شدگی خشک شدن
- - - مقاومت پیوستگی برش مایل
- - - ای
- - - خلاصه فصل سوم

فصل چهارم- معرفی مصالح و روش انجام آزمایشات

.....

- - مصالح مورد استفاده در آزمایشات.....
- - - ملات پلی تکس (Polytex).....
- - - ژیکاگروت 1 (Zhika Grout Type 1).....
- - - ملات ترمیم بتنی.....
- - - بتن اولیه.....
- - - آزمایش مقاومت فشاری.....
- - - آزمایش مقاومت شکافت.....
- - - آزمایش مقاومت خمشی.....
- - - آزمایش روانی ملات ترمیم.....
- - - آزمایش مقاومت پیوستگی برش مایل.....
- - - آزمایش خمش سه ای تیر مرکب.....
- - - خلاصه فصل چهارم.....

- داده‌های آزمایشگاهی و تحلیل نتایج

- -
- - برنامه آزمایشگاهی.....
- - -
- - - روش عمل آوری مصالح ترمیم.....
- - - روش آماده‌سازی سطح تماس در نمونه‌های مرکب.....
- - - بررسی و طبقه‌بندی آزمایشات انجام شده.....
- - - خصوصیات مکانیکی مصالح.....
- - - روانی مصالح ترمیم.....

- - - مقاومت فشاری.....
- - - مقاومت کششی
- - - مقاومت خمشی
- - - مقاومت پیوستگی برش مایل.....
- - - تاثیر تفاوت در مقاومت
- - - تاثیر تفاوت در بافت سطح.....
- - - تاثیر تفاوت در روش عمل آوری
- - - تحلیل سازگاری بین مصالح ترمیم و بتن اولیه با استفاده از تیر مرکب تحت بار سه ای.....
- - - معیارهای سازگاری
- - - تاثیر تفاوت در مقاومت
- - - تاثیر مقاومت پیوستگی برش مایل.....
- - - تاثیر تفاوت در روش عمل آوری
- - - تاثیر بافت سطح تماس.....
- - - بررسی همبستگی پارامترهای مختلف با سازگاری
- - - تاثیر مقاومت فشاری.....
- - - تاثیر مقاومت خمشی
- - - تاثیر مقاومت پیوستگی
- - - همبستگی کلی خصوصیات مصالح ترمیم و نسبت مقطع مرکب
- - -

- گیری و پیشنهادات

.....

..... گیری - -

..... پیشنهادات - -

..... منابع و مراجع

اشکال

فصل اول - کلیات

- - مقاومت خمشی سه ای تیر مرکب.....
- شکل - - فلوجارت تشخیص خصوصیات مصالح ترمیم.....
- شکل - - فلوجارت تحلیل تجربی مقاومت پیوستگی برش مایل مصالح ترمیم.....
- شکل - - فلوجارت تحلیل سازگاری بین مصالح ترمیم و بتن اولیه.....

دوم - اصول کلی ترمیم بتن

- شکل - - مکانیزم انتخاب ماده ترمیم مناسب.....
- شکل - - فاکتورهای مؤثر بر دوام ترمیم بتن.....
- شکل - - اثر مدول الاستیسیته متفاوت.....
- - تست نفوذپذیری کلریدی مصالح ترمیم.....
- - کرنش سنج؛ قرائت میزان جمع.....
- - SPS برای مصالح ترمیم در حالت جمع شدگی محدود شده.....
- - German Angle برای اندازه گیری جمع شدگی محدود شده ماده ترمیم.....
- - آزمایش حلقه برای جمع شدگی محدود مصالح ترمیم.....
- - دستگاه تست کشش.....
- - آزمایش مقاومت پیوستگی بوسیله تست شک.....

- - روشهای تست مقاومت پیوستگی
- - تست مقاومت پیوستگی برش مایل با استفاده از نمونه منشوری.....
- - ابعاد نمونه استوانه مرکب برای آزمایش مقاومت پیوستگی برش مایل
- - وضعیت تنش برشی مایل و دایره مور
- - تست سازگاری.....

فصل سوم- بررسی موردی یک پژوهش انجام شده در رابطه با سازگاری ترمیم

- - تست مقاومت پیوستگی برش مایل مصالح ترمیم.....
- شکل ' - - جزئیات و ابعاد تیر مرکب در تست سازگاری.....
- شکل ' - - مقاومت فشاری ، روزه مصالح ترمیم در روشهای مختلف عمل آوری
- شکل ' - - مقاوم، روزه مصالح ترمیم در روشهای مختلف عمل آوری
- شکل ' - - شدگی ناشی از خشک شدن در مصالح ترمیم
- شکل ' - - روند کسب مقاومت فشاری مصالح ترمیم در مقایسه بتن اولیه
- شکل ' - - روند کسب مقاومت کششی مصالح ترمیم در مقایسه بتن اولیه
- شکل ' - - شکست استوانه های مرکب.....
- شکل ' - - مقاومت پیوستگی ، روزه مقاطع مرکب در دو حالت متفاوت بافت سطح.....
- شکل ' - - مودهای شکست تیر مرکب.....

فصل چهارم- معرفی مصالح و روش انجام آزمایشات

- شکل ' - - ماده خشک مخلوط پلی
- شکل ' - - ملات آماده شده ژیکاکروت

شکل ۱ - - دانه بندی مصالح سنگی ملات BR.....

شکل ۱ - - شکل ظاهری مصالح سنگی و سیمان مخلوط شده قبل از اضافه کردن آب و روان کننده در ملات

BR.....

شکل ۱ - - دانه بندی مصالح سنگی بتن اولیه.....

شکل ۱ - - مراحل تهیه بتن اولیه.....

شکل ۱ - - اندازه گیری اسلامپ بتن اولیه.....

شکل ۱ - - ی بتن اولیه.....

شکل ۱ - - های مکعبی ساخته شده.....

شکل ۱ - - آماده سازی قالب های استوانه ای.....

شکل ۱ - - خارج کردن نمونه های استوانه ای بتن از قالب.....

شکل ۱ - - صاف کردن دو سر نمونه های استوانه ای.....

شکل ۱ - - آزمایش مقاومت شکافت.....

شکل ۱ - - جزئیات دستگاه تست خمشی بتن به وسیله بار گذاری سه ای.....

شکل ۱ - - دستگاه تست خمشی سه ای.....

شکل ۱ - - تست روانی.....

شکل ۱ - - ابعاد استوانه با سطح مایل به منظور استفاده در تست مقاومت پیوستگی برش مایل.....

شکل ۱ - - برش استوانه.....

شکل ۱ - - استوانه های برش خورده.....

شکل ۱ - - سندبلاست کردن سطح تماس در بتن اولیه.....

شکل ۱ - - مقایسه سطوح صاف و سندبلاست شده.....

- شکل ۱ - - قرارگیری استوانه‌های برش خورده درون قالب به منظور انجام ترمیم.....
- شکل ۱ - - استوانه مرکب تحت بار فشاری.....
- شکل ۱ - - های تیری.....
- شکل ۱ - - ابعاد تیرها و قسمت تورفته تحتانی بر حسب میلی‌متر.....
- شکل ۱ - - سندبلاست قسمت تورفته تیرها.....
- شکل ۱ - - مقایسه سطوح صاف و زیر.....
- شکل ۱ - - تیرهای مرکب.....

- داده‌های آزمایشگاهی و تحلیل نتایج

- شکل ۱ - - مقاومت فشاری ، روزه مصالح ترمیم در مقایسه با مقاومت فشاری بتن اولیه.....
- شکل ۱ - - روند کسب مقاومت مصالح ترمیم.....
- شکل ۱ - - روند کسب مقاومت مصالح ترمیم.....
- شکل ۱ - - مقاومت کششی ، روزه مصالح ترمیم در مقایسه با بتن اولیه.....
- شکل ۱ - - مقاومت خمشی ، روزه مصالح ترمیم در مقایسه با بتن اولیه.....
- شکل ۱ - - استوانه‌های مرکب با شکست در سطح تماس دو ماده (مود).....
- شکل ۱ - - استوانه‌های مرکب با شکست در سطح تماس و ماده ترمیم (مود).....
- شکل ۱ - - استوانه‌های مرکب با شکست در سطح تماس، ماده ترمیم و بتن اولیه (مود).....
- شکل ۱ - - رابطه مقاومت پیوستگی و نسبت مقاومت فشاری در حالت ع آوری مرطوب.....
- شکل ۱ - - رابطه مقاومت پیوستگی و نسبت مقاومت کششی در حالت عمل آوری مرطوب.....
- شکل ۱ - - رابطه مقاومت پیوستگی و نسبت مقاومت فشاری در حالت عمل آوری ترکیبی.....
- شکل ۱ - - رابطه مقاومت پیوستگی و نسبت مقاومت کششی در حالت عمل آوری ترکیبی.....

شکل ۱ - - رابطه مقاومت پیوستگی با نسبت مقاومت فشاری و کششی در شرایط عمل آوری مرطوب، داده-

های گزارش شده توسط Pattnaik,2006.....

شکل ۱ - - رابطه مقاومت پیوستگی با نسبت مقاومت فشاری و کششی در شرایط عمل آوری خشک، داده-

های گزارش شده توسط Pattnaik,2006.....

شکل ۱ - - رابطه مقاومت پیوستگی و نسبت مقاومت فشاری در حالت عمل آوری مرطوب (مجموع داده‌های

آزمایشگاهی).....

شکل ۱ - - رابطه مقاومت پیوستگی و نسبت مقاومت کششی در حالت عمل آوری مرطوب (مجموع داده‌های

آزمایشگاهی).....

شکل ۱ - - رابطه مقاومت پیوستگی و بافت سطح در شرایط عمل آوری مرطوب.....

شکل ۱ - - رابطه مقاومت پیوستگی و بافت سطح در شرایط عمل آوری ترکیبی.....

شکل ۱ - - رابطه مقاومت پیوستگی و شرایط عمل آوری در سطح تماس صاف.....

شکل ۱ - - رابطه مقاومت پیوستگی و شرایط عمل آوری در سطح تماس زیر.....

شکل ۱ - - شکست تیر مرکب در وسط دهانه (مود ').....

شکل ۱ - - شکست تیر مرکب همراه با جداشدگی ماده ترمیم (مود ').....

شکل ۱ - - شکست تیر مرکب در گوشه مواد ترمیم (مود ').....

شکل ۱ - - مقاطع تیرهای مرکب.....

شکل ۱ - - رابطه نسبت مقاومت فشاری و خمشی با نسبت مقطع مرکب در شرایط عمل آوری مرطوب (داده-

های ارائه شده تو، Pattnaik,2006).....

شکل ۱ - - رابطه نسبت مقاومت فشاری و خمشی با نسبت مقطع مرکب در شرایط عمل آوری ترکیبی (داده-

های ارائه شده توسط Pattnaik,2006).....

شکل ۱ - - رابطه نسبت مقاومت فشاری با نسبت مقطع مرکب در شرایط عمل آوری مرطوب (مجموع داده-

های آزمایشگاهی).....

شکل ۱ - - رابطه نسبت مقاومت خمشی با نسبت مقطع مرکب در شرایط عمل آوری مرطوب (مجموع داده-
های آزمایشگاهی).....

شکل ۱ - - رابطه نسبت مقاومت فشاری با نسبت مقطع مرکب در شرایط عمل آوری ترکیبی (مجموع داده-
های آزمایشگاهی).....

شکل ۱ - - رابطه نسبت مقاومت خمشی با نسبت مقطع مرکب در شرایط عمل آوری ترکیبی (مجموع داده-
های آزمایشگاهی).....

شکل ۱ - - رابطه نسبت مقطع مرکب و مقاومت پیوستگی در شرایط عمل آوری مرطوب و سطح تماس زیر
(مجموع داده) (.....)

شکل ۱ - - نسبت مقطع مرکب تیرهای خمشی با سطح تماس صاف.....

شکل ۱ - - بت مقطع مرکب تیرهای خمشی با سطح تماس زیر.....

شکل ۱ - - نسبت مقطع مرکب در شرایط عمل آوری مرطوب.....

شکل ۱ - - نسبت مقطع مرکب در شرایط عمل آوری ترکیبی.....

شکل ۱ - - رابطه نسبت مقطع مرکب و نسبت مقاومت فشاری در حالت عمل آوری مرطوب و سطح تماس
زیر.....

شکل ۱ - - رابطه نسبت مقطع مرکب و نسبت مقاومت فشاری در حالت عمل آوری ترکیبی و سطح تماس زیر.....

شکل ۱ - - رابطه نسبت مقطع مرکب و مقاومت خمشی مصالح ترمیم در حالت عمل آوری مرطوب و سطح
تماس زیر.....

شکل ۱ - - رابطه نسبت مقطع مرکب و نسبت مقاومت خمشی در حالت عمل آوری ترکیبی و سطح تماس
زیر.....

شکل ۱ - - رابطه نسبت مقطع مرکب و نسبت مقاومت پیوستگی در حالت عمل آوری مرطوب و سطح تماس
زیر.....

شکل ۱ - - پارامترهای موثر بر سازگاری بین بتن اولیه و مصالح ترمیم در حالت سطح تماس زیر.....

جداول

دوم - اصول کلی ترمیم بتن

- جدول ۱ - - مصالح مورد استفاده به منظور ترمیم بتن.....
- جدول ۲ - - طبقه بندی مصالح ترمیم با توجه به نوع کاربرد.....
- جدول ۳ - - پلیمرهای مورد استفاده در بتن های اصلاح شده با مواد.....

فصل سوم- بررسی موردی یک پژوهش انجام شده در رابطه با سازگاری ترمیم

- جدول ۱ - - مواد ترمیم استفاده شده در تحقیقات Pattnaik.....
- جدول ۲ - - طرح اختلاط بتن اولیه به کاررفته در تحقیقات Pattnaik برای یک متر مکعب بتن.....
- جدول ۳ - - مقاومت فشاری مصالح ترمیمروش عمل آوری مرطوب.....
- جدول ۴ - - مقاومت فشاری مصالح تر، آوری خشک و ترکیبی.....
- جدول ۵ - - مقاومت شکافت مصالح ترمیم در سنین مختلف.....
- جدول ۶ - - مقاومت پیوستگی در حالت سندبلاست با ماسه نرم و عمل آوری خشک.....
- جدول ۷ - - نتایج مقاومت ، روزه مصالح ترمیم عمل آوری شده در شرایط خشک.....
- جدول ۸ - - نتایج مقاومت ، روزه ما آوری شده در شرایط مرطوب.....
- جدول ۹ - - نتایج تیرهای مرکب، عمل آوری شده در شرایط خشک.....
- جدول ۱۰ - - نتایج تیرهای مرکب، عمل آوری شده در شرایط مرطوب.....
- جدول ۱۱ - - نتایج تیرهای مرکب، عمل آوری شده در شرایط ترکیبی.....

فصل چهارم - معرفی مصالح و روش انجام آزمایشات

- جدول ۱ - - مشخصات فنی پلی: ارائه شده توسط سازنده.
- جدول ۱ - - مشخصات فنی ژیکاکروت ارائه شده توسط سازنده.
- جدول ۱ - - طرح اختلاط پیشنهادی ملات ترمیم بتنی برای یک متر مکعب مخلوط تازه.
- جدول ۱ - - طرح اختلاط بتن اولیه (برای یک متر مکعب بتن).

- داده‌های آزمایشگاهی و تحلیل نتایج

- جدول ۱ - - برنامه انجام آزمایشات.
- جدول ۱ - - برنامه انجام آزمایش مقاومت فشاری.
- جدول ۱ - - برنامه انجام آزمایش مقاومت کششی.
- جدول ۱ - - برنامه انجام آزمایش مقاومت خمشی.
- جدول ۱ - - برنامه انجام آزمایش مقاومت پیوستگی برش مایل.
- جدول ۱ - - برنامه انجام آزمایش مقاومت خمشی تیر مرکب.
- جدول ۱ - - درصد روانی مصالح ترمیم.
- جدول ۱ - - مقاومت فشاری مصالح ترمیم بر حسب مگاپاسکال در شرایط عمل آوری مرطوب در سنین مختلف.
- جدول ۱ - - مقایسه مقاومت فشاری، روزه مصالح ترمیم بر حسب مگاپاسکال در شرایط عمل آوری متفاوت.
- جدول ۱ - - مقاومت کششی، روزه مصالح ترمیم بر حسب مگاپاسکال در شرایط مختلف عمل آوری.
- جدول ۱ - - مقایسه مقاومت خمشی، روزه مصالح ترمیم بر حسب مگاپاسکال در شرایط عمل آوری متفاوت.
- جدول ۱ - - مقاومت پیوستگی مصالح ترمیم و بتن اولیه و مود شکست استوانه مرکب در حالت عمل آوری مرطوب با دو سطح تماس صاف و زیر.