



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده فنی مهندسی

مهندسی عمران-عمران

عنوان:

مقاوم سازی سازه ها با الیاف پلیمری frp

استاد راهنما:

دانشجو:

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## فهرست مطالب

1.....	چکیده
5.....	مقدمه
10.....	تاثیر خزش بر رفتار تیرهای بتونی تقویت شده با میله‌های <b>GFRP</b> در محیط‌های مختلف
22.....	جایگذاری عمیق میله‌های <b>FRP</b> برای تقویت برشی پلهای بتونی مستحکم شده
34 .....	رفتار خط اتصال در صفحه‌های <b>FRP</b> پیوند به بتن
45 .....	قابل اطمینان بودن بتن تقویت شده با <b>FRP</b>
61 .....	مطالعه موردی کاربرد کامپوزیتهای <b>FRP</b> در تقویت بستر بتن مسلح سازه پل
98. ....	بتن پلیمری
116 .....	تکنیکهای تسلیح سازه بتن آرمه با <b>FRP</b>
127 .....	آشنایی با مفاهیم مرتبط با <b>FRP</b>
147 .....	تقویت ستونهای بتن آرمه با استفاده از مواد پلیمری <b>FRP</b>
161 .....	خصوصیات و ضوابط طرح خمشی و تقویت سازه های بتنی با الیاف پلیمری <b>FRP</b>
169 .....	مقاوم سازی دیوارهای آجری به کمک الیاف پلیمری مسلح شده <b>FRP</b>
175 .....	نتیجه گیری
177 .....	منابع

چکیده :

از مهمترین دلایل استفاده از کامپوزیت ها در صنعت ساختمان مقاومت بالای آنها در برابر خوردگی استحکام و مزایای است نسبت به دیگر مصالح جایگزین دارا می باشد .

به کارگیری پروفیل ها و آرماتورهای کامپوزیتی تولید شده به روش های پالترژن تزریق رزین و ذخیره رطوبت باعث افزایش عمر و کاهش هزینه های ساخت و ساز و نگهداری در محیط های خورنده ساحلی و دریایی گردیده است کاربرد کامپوزیت ها در شرایط خورنده آب های شور و سواحل دریایی قابل توجه می باشد . . امارها در سطح جهان نشان می دهد که سالیانه دو میلیارد دلار صرف جبران خسارت خوردگی در سازه های ساحلی در حاشیه دریا می شود .

نیاز به کاهش هزینه تعمیر و نگهداری سازه های عظیم و متعدد ساحلی و فرا ساحلی و استفاده از مواد نوینی که دارای مزیت های نسبی نسبت به نمونه های مشابه استفاده ( بتن ، فولاد ، چوب ) دارا می باشد ، سوق داده است.

در این مقالات سعی گردیده است مزایا پوشش های کامپوزیتی و کارکرد آن را به عنوان یک راهکار جدید و مناسب در ساخت سازه های ساحلی و دریایی بالاخص تقویت پل های ساحلی که در مجاورت آب قرار دارند و تا کنون به وسیله بتن ، فولاد و چوب ساخته و تقویت می شدند مطرح گردد . از جمله مطالعاتی که سعی گردیده در این مقاله به لزوم مدیریت هزینه و انرژی بر امور جاری FRP در صورت مطرح شدن آن به عنوان یک ماده مناسب در فعالیت های جاری کشور پرداخته شود.

کامپوزیت ها موادی هستند که از دو قسمت تشکیل شده اند . از دیر باز مهندسان عمران با انواع گوناگونی از کامپوزیت ها کار کرده اند از چوب می توان به عنوان یک کامپوزیت طبیعی نام برد تخته های چند لایه به عنوان کامپوزیت های ورقه ای و در نگاه کلی بتون به صورت کامپوزیت با اجزای قابل تمایز از دیگر مواد مرکب در ساخت سازه ها بوده است .

مواد کامپوزیت از موادی تشکیل شده اند که از لحاظ مکانیکی ، رفتار مجزایی دارند ولی ماده کامپوزیت حاصل می تواند خواص کاملاً متفاوتی نسبت به مواد تشکیل دهنده خود داشته باشد.

### متدولوژی فرماندهی و ساختاری کامپوزیت های FRP

مواد مرکب پلیمری نوع مصنوعی مواد کامپوزیتی است . این مواد از دو بخش الیاف ( فیبر ) که نقش بار ماده مرکب را بر عهده دارد و قطر آنها بین 5 تا 25 میکرون و همچنین چسب ( رزین ) که نقش نگهداری الیاف در کنار هم ایفا می کند تشکیل یافته است.

1-رزین ( چسب ) نقش رزین ها د نگهداری الیاف در کنار هم حفاظت الیاف در برابر عوامل محیطی و همچنین

توزیع تنش روی وجه آن خلاصه می گردد . رزین به کار رفته در کامپوزیت می تواند یک ترکیب ترموست ( در برابر حرارت سختند و روان نمی شوند ، وینیل استر واپکسی یا ترموپلاستیک در برابر حرارت ذوب و در اثر سرد شدن مجدد سختند PVC ، PP ) باشد .الیاف با مبنای قیری ارزانتر اما با مقاومت و مدول الاستیسیته کمتر از PAN می باشد . مقاومت کششی کولار 55 درصد و مقاومت برشی آن 180 درصد بیشتر از الیاف شیشه می باشد و مقاومت کششی آن 10 درصد کمتر و قیمتش نصف قیمت کربن است و همچنین الیاف آرامید قابلیت کارکردن بیشتری نسبت به کربن و شیشه دارا می باشد.

2-فرایند ساخت کامپوزیت های FRP کامپوزیت های FRP از قرار گرفتن فیبرهای متوالی و متعدد در یک ماتریکس رزین ساخته می شوند . از جمله متدهایی که در ساخت کامپوزیت FRP استفاده می شود می توان به ذخیره رطوبت ( WET LAY UP ) ، پالتروژن ( PULTRUSION ) و تزریق رزین ( INFUSION RESIN ) اشاره کرد.

3-خواص مکانیکی کامپوزیت های FRP هر سه نوع FRP یاد شده برای مقوم سازی سازه های بتونی تقویت شده RC در هر دو حالت تحقیقاتی و کاربردی استفاده می شوند . در بحث مدول الاستیسیته و مقاومت کششی یک کامپوزیت FRP که به وسیله فرآیند ذخیره رطوبت ساخته شده عموماضخامت FRP به سختی کنترل و یا دقیقاً معین و مشخص می شوند و نتیجتاً مدول الاستیسیته و مقاومت کششی به تعریف و تعیین ضخامت بستگی دارد و می تواند خارج از اعداد و ارقام داخل جدول باشد . بدون در نظر داشتن نوع فیبر ها یا روش استفاده شده برای ساخت این سه نوع FRP رفتار تنش - کرنش مشابهی دارند . یکی از خصوصیات مهم در فرایند استفاده از کامپوزیت های FRP در هنگامی که نمونه آزمایش تحت فشار قرار دارد نشان دادن رفتار خطی تا لحظه شکست و گسیختگی نهایی می باشد .

منحنی های تنش - کرنش این الیاف ، یک همسنجی و قیاس شفاف بین رفتار شکست FRP و انعطاف پذیری و چکش خواری فلز به ما می دهند . از جمله نتایجی که می توان از گفته های بالا دریافت کرد این است که این مواد خاصیت چکش خواری فلزات را دارا نیستند و شکستشان ممکن است رفتار چکش خواری اعضای بتنی تقویت شده با کامپوزیت FRP را محدود کند با این وجود این مواد هنگامی که در بتن استفاده می شوند می توانند مقاومت و چکش خواری ستون ها را به مقدار زیادی بالا ببرند . رزین با مقاومت پایینی که دارد نقشی در خواص مکانیکی کامپوزیت ها ندارند.

پوشش های FRP عمدتاً برای بهسازی سازه های موجود یا تعمیر خرابیهای ایجاد شده در اثر خستگی ، خوردگی ، فرسودگی ،...در سازه های موجود به کار می روند این پوشش ها به وجه خارجی عضو بتن می چسبند . سه نوع از این پوشش ها برای تعمیر و بهسازی رفتار سازه ها به کار می روند.

### 1 - پوشش های دست ساز

در این نوع پوشش ، ابتدا سطح عضو بتنی ، آماده شده و یک لایه چسب روی آن مالیده می شود . سپس الیاف بافته شده را به صورت گونی در یک یا چند راستا با دست روی سطح آن می چسبانند.

### 2- صفحات پیش ساخته کامپوزیت

در این حالت ، کتمپوزیت ها به صورت صفحات یک جهته ساخته می شوند . اعضای تخت ، مانند دال ها و تیرها : در این اعضا صفحات پیش ساخته با عرض معمولا 5 تا 15 سانتی متر بر روی سطح تمیز شده عضو ( سطح بتن با ماسه و با فشار هوا تمیز می شود = سند بلاست ) و با استفاده از چسب چسبانده می شود .  
اعضای عمودی مانند ستونها : برای تقویت در این اعضا از صفحات پیش ساخته که در آنها الیاف به صورت حلقه ای قرار دارند استفاده می شود پس از آماده سازی سطح عضو بتنی یک لایه چسب روی آن را می پوشانند و صفحه مد نظر در راستای مشخص روی عضو چسبانده می شود.

### 3- ورقه های ماشینی

در این سامانه ، الیاف به صورت پیش آغشته شده به چسب بکار می روند یک محفظه حرارتی برای عمل آوری کامل لایه های چسبیده به عضو بتنی به کار می رود .

### 4- مقاطع نورد شده

این مقاطع در شکل های مختلف نبشی ، قوطی ، ... و به منظور ساخت سازه هایی با اسکلت کامپوزیت FRP تولید می شود . FRP نسبت به فولاد مقاومت بیشتر و اثرات تخریبی کمتری نسبت به محیط زیست دارد . نسبت وزن به مقاومت FRP ، 50 برابر بتن و 18 برابر فولاد است . در FRP نسبت ( مقاومت به وزن ) و صلبیت به وزن ( نسبت به مصالح رایج بسیار قابل توجه است . وسعت کاربرد FRP به ویژگی های زیر بستگی دارد :

### - قابلیت مرمت و تعمیر

- اتوماسیون در پروسه ساخت می تواند هزینه را کاهش دهد .

- استفاده از FRP به منظور بهینه سازی مصالح به کار رفته در ساختمان

- در دسترس قرار گرفتن آیین نامه های معتبر در خصوص طراحی و کاربرد FRP

- درجه کنترل کیفیت و تضمین کیفیت که می تواند نیروی کار عادی در تولید و یا نصب را توسعه ببخشد.

تقویت سازه ها با استفاده از کامپوزیت های FRP

برای شروع می بایست با دو تعریف اساسی در مبحث تقویت سازه ها آشنا شویم :  
بهسازی : زمانی که در یک عضو خمشی به افزایش عمق یا آرماتور نیاز باشد ، می توان این نیاز را با استفاده از صفحه های FRP تامین کرد و

تعمیر و مرمت : در زمانی که پوشش های خارجی کامپوزیت در اعضای بتن مسلح ، جلوگیری از شکست سازه هایی است که به دلایلی از قبیل آتش سوزی ، زلزله ، عبور وسایل سنگین ، خوردگی آرماتورهای فولادی و گذشت عمر مفید مصالح ، دچار خرابی های ظاهری و موضعی شده اند .

در سال اخیر تحقیقات گوناگون در زمینه امکان استفاده از کامپوزیت های پلیمری در تقویت لرزه ای و همچنین در جلوگیری از خوردگی سازه های چوبی ، فولادی و بتن مسلح انجام شده است.

اغلب کاربردی های پیشرفته از FRP بر پایه ترکیب الیاف کربن و شیشه به منظور بدست آوردن بالاترین قابلیت اجرایی و پایین ترین هزینه استفاده خواهد شد . در راستای تغییر کاربری که به تقویت سازه به جهت افزایش بار زنده است استفاده از FRP کاربرد وسیعی پیدا کرده است . مصالحی که به صورت سنتی در ساخت انواع سازه های موجود در شرایط اقلیمی جنوب ایران و به خصوص شرایط اقلیمی ساحلی و دریایی خلیج فارس به کار می رفته عمدتاً فولاد و بتن بوده است. از طرفی شرایط آب هوایی خلیج فارس که شرایطی بسیار خشن و متغیر بوده، بتن و به خصوص فولاد را به شدت تحت تهاجم قرار می داده است ، لذا با توجه به آنچه در مطالعات انجام شده که در مقالات نیز ذکر گردید بسیار به جاست و در پل های جنوب کشور که در معرض گرمای بسیار زیاد ( تا 50 درجه سانتی گراد ) و خوردگی شدید قرار دارند از کامپوزیت های FRP به عنوان جانشینی مناسب برای مصالح رایج استفاده کرد.