



## تحلیل عددی تیرهای مستطیلی و T شکل تقویت شده به روش NSM با استفاده از میله های CFRP

محمد رضا محمدیان

1- عضو هیات علمی موسسه آموزش عالی رشد دانش

[M\\_mohammadian@roshdedanesh.ac.ir](mailto:M_mohammadian@roshdedanesh.ac.ir)

### خلاصه

یکی از روش های شناخته شده جهت تقویت خمشی تیرها، دیوارها و دالها، استفاده از کاشت FRP بصورت میله یا تسمه در محیط داخلی در نزدیک سطح بتن می باشد که روش NSM (NEAR SURFACE MOUNTED) نامیده می شود. در این روش، بتن و چسب اطراف میله یا تسمه FRP، از تغییر در خصوصیات مکانیکی آن و خرابی ناشی از گرما و خوردگی محافظت می کند. از مزایای دیگر استفاده از تکنولوژی NSM، بهبود پیوستگی و انتقال نیرو در بتن اطراف و قابلیت افزایش مقاومت خمشی در ناحیه ممان منفی پلها، دال ها و تیرها می باشد. مقاوم سازی با NSM می تواند موجب افزایش قابل توجه، در سختی و ظرفیت خمشی و برشی مقطع گردد. در این مقاله علاوه بر معرفی مصالح FRP و روش NSM، به بررسی نمونه های آزمایشگاهی تیرهای T شکل پرداخته و سپس نتایج کار آزمایشگاهی با نتایج حاصل از مدل سازی رفتار تیرهای بتن آرمه تقویت شده با میله های CFRP در برنامه اجزای محدود ABAQUS مقایسه می گردد. ضمناً میزان افزایش ظرفیت خمشی تیرها ناشی از کاربرد میله های FRP، با مقطعی با میلگردهای فلزی تنها (نمونه های بدون FRP) با افزایش درصد آرماتورهای طولی فولادی، معادل سازی شده اند و نتایج تحلیلی آن ها بدست آمده اند تا زمینه امکان قرارگیری مقاطع معادل بجای مقاطع تقویت شده با این روش، در برنامه های حرفه ای طراحی مانند برنامه ETABS فراهم آید. مقایسه نتایج تحلیلی و آزمایشگاهی نشان داد که در قسمت الاستیک، تفاوت چندانی بین نمونه مرجع و تقویت شده با روش NSM مشاهده نمی شود. در واقع FRP زمانی شروع به کار می کند که آرماتورها تسلیم شده باشند و مقطع وارد مرحله پلاستیک شده باشد. استفاده از روش NSM موجب افزایش ظرفیت باربری، سختی خمشی و نیز کاهش شکل پذیری تیر می شود. در این پژوهش نمونه تقویت شده نسبت به نمونه مرجع تقویت نشده، حدوداً 30% افزایش ظرفیت داشته است.

کلمات کلیدی: الیاف پلیمری (FRP)، روش نصب در نزدیک سطح (NSM)، تیر بتنی، مقاوم سازی خمشی

### 1. مقدمه

این در سراسر دنیا سازه هایی وجود دارند که برای سکونت یا حمل و نقل مورد استفاده قرار می گیرند. این سازه ها دارای تنوع در کیفیت و عملکرد می باشند. ولی همگی در طول زمان دچار فرسودگی و تخریب می شوند. از مجموع سازه هایی که در بیست سال آینده مورد استفاده قرار خواهند گرفت تعداد زیادی از آن ها به دلیل شرایط نامناسبشان احتیاج به تعمیر یا مقاوم سازی دارند. تعمیر و مقاوم سازی یک سازه بتنی فرسوده و آسیب دیده وقتی لازم می شود که المان های سازه ای آن از ارائه مقاومت یا سرویس دهی لازم ناتوان شده باشد. در عمل این موقعیت در جایی پیش می آید که سازه های بتنی یا اجزاء آن ها به دلایل مختلف، نامناسب تشخیص داده شده و احتیاج به مقاوم سازی داشته باشند. این وضعیت نامناسب ممکن است به دلیل آسیب های فیزیکی، تغییر کاربری، خوردگی آرماتورها و یا خطاهای بوجود آمده در زمان طراحی یا اجرا، حادث شده باشند.