

تیرهای عمیق دوسر گیردار

تقویت شده با FRP

مؤلفین

محمدنوید تفویضی

مهرداد ربیعی

سرشناسه	:	تفویضی، محمدنوید، ۱۳۷۱-
عنوان و نام پدیدآور	:	تیرهای دوسر گیردار تقویت شده با FRP / مولفین محمدنوید تفویضی، مهرداد ربیعی.
مشخصات نشر	:	تهران: چشم ساعی، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	:	۱۳۸ ص: مصور، جدول.
شابک	:	978-600-986984-8
وضعیت فهرست نویسی	:	فیفا
موضوع	:	بتن تقویت شده با الیاف
موضوع	:	Fiber reinforced concrete
موضوع	:	پلاستیک تقویت شده با الیاف
موضوع	:	Fiber-reinforced plastics
موضوع	:	ساختمان سازی با بتن مسلح
موضوع	:	Reinforced concrete construction
موضوع	:	تیرهای بتنی -- طراحی و ساخت
موضوع	:	Concrete beams -- Design and construction
شناسه افزوده	:	ربیعی، مهرداد، ۱۳۷۱-
رده بندی کنگره	:	TA۴۴۴
رده بندی دیویی	:	۶۳۴/۱۸۳۴۱
شماره کتابشناسی ملی	:	۶۳۴۲۶۵۰

تهران، چشم ساعی: تهران _ پاسداران _ نگارستان هشتم میدان فرخی یزدی

همراه: ۰۹۹۰۱۶۸۷۴۷۹

تلفن: ۰۲۱-۲۲۸۷۴۵۵۰

www.nashr1.com

Email: saeeshenr@gmail.com



عنوان کتاب: تیرهای عمیق دوسر گیردار تقویت شده با FRP

نویسندگان: محمدنوید تفویضی و مهرداد ربیعی

صفحه آرا: الهام سادات سلجوقیان

ناظر فنی چاپ و تولید: الهام سادات سلجوقیان

ناشر: انتشارات چشم ساعی

نوبت چاپ: اول / ۱۳۹۹

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

شابک: ۸-۸۴-۹۸۶۹-۶۰۰-۹۷۸

قیمت: ۶۰۰۰ تومان

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: کلیات و طرح کلی پایان نامه

۱-۱	مقدمه	۲
۱-۲	اهداف و محدوده‌ی این تحقیق	۳
۱-۳	FRP چیست؟	۵
۱-۳-۱	آشنایی با مصالح FRP	۶
۱-۴	دلایل استفاده روز افزون از FRP	۸
۱-۵	مزایای استفاده از FRP در سازه‌های بتن آرمه	۸
۱-۶	برخی از مزایای کاربرد FRP	۸
۱-۷	مقاوم‌سازی اعضای باربر سازه‌های با ورقه FRP	۱۰
۱-۸	تقویت برشی و خمشی توسط الیاف FRP	۱۰
۱-۹	خلاصه‌بندی و نتیجه‌گیری فصل اول	۱۱
فصل دوم: مروری بر تحقیقات پیشین		

۲-۱	مقدمه	۱۲
۲-۲	پیشینه‌ی علمی	۱۲
۲-۲-۱	ایده اولیه مقاوم‌سازی به روش NSM	۱۳
۲-۲-۲	مطالعات اخیر در رابطه با روش NSM برای تقویت خمشی و برشی در تیرهای بتن آرمه	۳۱
۲-۲-۳	بررسی انجام‌شده بر روی عملکرد تیر تقویت‌شده به روش نزدیک به سطح	۳۱
۲-۲-۴	بررسی انجام‌شده به منظور تقویت اعضای بتنی به روش NSM	۱۴
۲-۳	تحقیقات صورت گرفته، تقویت به روش نزدیک به سطح با میلگردهای CFRP و GFRP	۱۶
۲-۴	تحقیقات صورت گرفته، تقویت به روش نزدیک به سطح با میلگردهای CFRP و AFRP	۱۷
۲-۵	نتایج مقاوم‌سازی به روش NSM بر روی تیرهای بدون خاموت	۸۱
۲-۶	نتایج مقاوم‌سازی به روش NSM بر روی تیرهای بالدار	۸۱
۲-۷	نتایج محققان ایرانی در رابطه با، تقویت به روش NSM	۹۱
۲-۸	مطالعات بدست آمده از ترمیم تیر عمیق بتن مسلح	۲۰
۲-۹	نتایج آزمایشات بارش و همکاران در مقایسه بین روش EBR و NSM در تقویت خمشی	۲۱
۲-۱۰	بررسی آزمایشات بارش و همکاران در مقایسه بین روش EBR و NSM در تقویت برشی	۲۴
۲-۱۱	نکات تکمیلی ارائه‌شده توسط محققان در مورد تقویت برشی و خمشی به روش NSM	۲۶
۲-۱۲	نتیجه‌گیری	۷۲

فصل سوم: روش تحقیق و صحت‌سنجی

۲۸	۳-۱ مقدمه
۲۸	۲-۲ رفتار تیرهای عمیق
۲۸	۱-۲-۳ رفتار الاستیک
۲۹	۲-۲-۳ تحلیل الاستیک
۲۹	۳-۲-۳ رفتار بار نهایی
۳۰	۴-۲-۳ رفتار گسیختگی خمشی
۳۰	۵-۲-۳ رفتار گسیختگی برشی
۳۱	۶-۲-۳ رفتار گسیختگی کمانشی
۳۲	۷-۲-۳ رفتار گسیختگی موضعی
۳۳	۳-۳ ماده کامپوزیت و اجزای کامپوزیت FRP
۳۳	۱-۳-۳ الیاف پلیمری مسلح
۳۴	۴-۳ تعریف روش مقاوم‌سازی: FBK
۳۴	۱-۴-۳ مراحل مقاوم‌سازی به روش LBF
۳۴	۵-۳ تعریف روش مقاوم‌سازی NSM
۳۵	۱-۵-۳ مراحل مقاوم‌سازی به روش NSM
۷۳	۳-۶ معرفی نرم‌افزار ABAQUS
۷۳	۳-۷ مدل‌سازی ماده‌ی بتن در نرم‌افزار ABAQUS
۷۳	۳-۸ مدل‌های موجود برای معرفی رفتار بتن
۹۳	۳-۹ منحنی تنش-کرنش بتن در فشار
۴۲	۳-۱۰ جزییات مدل‌سازی عددی تیرهای بتن‌آرمه در نرم‌افزار ABAQUS
۴۳	۳-۱۱ شبیه‌سازی رفتار مصالح
۴۸	۳-۱۲ تماس‌ها
۹۴	۳-۱۳ بارگذاری
۵۰	۳-۱۴ مش‌بندی
۵۰	۳-۱۵ کنترل صحت مدل‌سازی
۵۰	۳-۱۵-۱ مدل‌سازی نمونه‌ی بدون تقویت
۵۲	۳-۱۶ مقایسه نتایج اجزاء محدود و آزمایشگاهی در نمونه بدون تقویت (نمونه کنترلی)
۵۳	۳-۱۷ مدل‌سازی نمونه تقویت‌شده به روش NSM
۵۵	۳-۱۸ تقویت برشی تیرهای عمیق بتن‌آرمه با FRP
۵۷	۳-۱۹ خلاصه مطلب فصل

فصل چهارم: مدل سازی عددی و بررسی پارامتری نمونه ها

۵۸	۴-۱ مقدمه
۶۰	۴-۲ شرح نمونه ها
۶۴	۴-۲-۱ محاسبه مقدار میلگردها
۶۵	۴-۲-۲ مشخصات هندسی نمونه ها
۶۶	۴-۲-۳ نام گذاری نمونه های اولیه ی بدون تقویت
۶۷	۴-۲-۴ نام گذاری نمونه های تقویت شده، به روش NSM برای برش با مقاومت فشاری ۲۵ مگاپاسکال
۶۸	۴-۲-۵ نام گذاری نمونه های تقویت شده، به روش NSM برای برش با مقاومت فشاری ۴۰ مگاپاسکال
۶۸	۴-۲-۶ نام گذاری نمونه های تقویت شده ی ترکیبی خمش و برش به روش NSM برای مقاومت سازی ۲۵ و ۴۰ مگاپاسکال
۶۹	۴-۲-۷ مشخصات مصالح فولادی در نمونه ها
۶۹	۴-۲-۸ مشخصات مصالح بتن در نمونه ها
۶۹	۴-۳ پارامترهای خروجی و مافیا
۷۰	۴-۴ نتایج استخراج شده پس از تست میل اجزاء محدود نمونه ها
۸۴	۴-۴-۱ تقویت خمشی به روش NSM، در نمونه ی ۲۵ MPa
۹۳	۴-۴-۲ نتایج استخراج شده پس از تحلیل اجزاء محدود بر روی نمونه های ۴۰ مگاپاسکال
۹۷	۴-۴-۳ مقاومت سازی تیر عمیق بتن مسلح به روش تردیک به روش، بصورت زاویه دار
۹۷	۴-۴-۴ مقاومت سازی تیر عمیق بتن مسلح به روش کاشت میلگرد FRP

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۱۰۱	۵-۱ مقدمه
۱۰۵	۵-۲ نتایج آنالیز حاصل از تحلیل غیر خطی نمونه ها
۱۰۶	۳-۵ پیشنهادات برای ادامه ی تحقیق

چکیده:

استفاده از تیرهای عمیق در بعضی از سازه‌های خاص از جمله ساختمان‌های بلند مرتبه، دیوارهای برشی و پل‌ها اجتناب ناپذیر بوده و بسیار مورد توجه می‌باشند. از سوی دیگر برای بعضی سازه‌های قدیمی‌تر به دلیل تغییر در کاربری آن‌ها ممکن است بعضی از المان‌های این سازه‌ها مانند تیر عمیق نیاز به تقویت داشته باشند. بیش از ۲۰ سال است که از ورود FRP به مجموعه مصالح مهندسی می‌گذرد و امروزه این ماده برای مقاوم‌سازی سازه‌های موجود و حتی سازه‌های آسیب دیده کاربرد گسترده دارد. FRP دارای ظرفیت و مقاومتی بالا بوده و در سازه‌های بتن مسلح، تقویت تیرها، ستون‌ها، دیوارها، دال‌ها، و اتصالات با اهداف سازه‌ای و غیرسازه‌ای با استفاده از این مصالح کامپوزیت امکان‌پذیر است. به کارگیری FRP در اعضای بتنی، پیش‌تر تنها به صورت چسباندن ورق‌های FRP به سطح خارجی بتن (EBR) با استفاده از پوشش اپوکسی بوده اما بعدها روش دیگری با استفاده از روش کاشت نوارها، میلگردها و سایر مقاطع پیش‌ساخته در داخل شیارهای ایجادشده روی پوشش (NSM) به کار گرفته شد. در دوران بهره‌برداری و یا هنگام ساخت و نصب، سازه‌های بتن مسلح ممکن است دچار خسارتی شوند. برای ترمیم این سازه‌ها همان‌گونه که گفته شد، الیاف پلیمری به طور گسترده‌ای استفاده می‌شوند. همچنین مقاوم‌سازی سازه‌های بتن مسلح با استفاده از الیاف تقویت‌کننده‌ی پلیمری در مقایسه با سایر روش‌های مقاوم‌سازی به دلیل رسیدن به مقاومت کمتر و بدون تغییر ماندن ابعاد و شکل سازه پس از مقاوم‌سازی، به عنوان روشی متداول در سراسر جهان پذیرفته شده است. نسبت بالای مقاومت در برابر خوردگی و حمل و نصب آسان، مواد تقویت‌کننده‌ی پلیمری را به عنوان گزینه‌ای مورد توجه در بسیاری از پروژه‌های مقاوم‌سازی مطرح کرده است. در بررسی تقویت تیرهای عمیق دو سگ‌گیر را روش NSM برای برش و خمش اهداف زیر مورد توجه است: بررسی میله‌های FRP بهینه در سطح زیرین تیر بتن به عنوان تقویت خمشی، بررسی تعداد میله‌های FRP بهینه در سطح جانبی تیر عمیق به عنوان تقویت برشی، بررسی ترکیبی تقویت خمشی و برشی در رفتار تیر عمیق بتن مسلح، بررسی تأثیر مقاومت فشاری بتن در تیر تقویت‌شده، فرضیه‌ای که در پایان‌نامه آن، ام شده است، عبارتند از: رفتار مصالح (بتن و فولاد) و بارگذاری مورد استفاده به صورت استاتیکی و متمرکز به صورت متفاوت می‌باشد. تکیه‌گاه‌ها به صورت دو سرگیردار و با میلگردگذاری متعارف که در این پژوهش بررسی و بر روی تعداد میلگردهای پلیمری مورد استفاده برای تقویت بهینه خمشی و برشی صورت می‌گیرد، همچنین تقویت خمش و برش به طور همزمان انجام شود تا تأثیرات آن ارزیابی شود. بررسی تحلیلی توسط نرم‌افزار ABAQUS انجام می‌شود و برای صحت‌سنجی مدل، جزاء، حدود، مطالعات آزمایشگاهی که توسط محققین در گذشته انجام شده است، استفاده می‌شود. پس از بررسی‌های صورت گرفته، نتایج بدست آمده بیانگر این مسئله بود که تقویت خمشی بر روی تیرهای عمیق، به دلیل دارا بودن ظرفیت خمشی بالای خود تیر عمیق مناسب نمی‌باشد. همچنین مقاوم‌سازی برشی بصورت میله‌های عمودی در تیرهای عمیق روش مناسبی نسبت به قرارگیری میله‌ها بصورت زاویه‌دار نیست و تقویت با میله‌های زاویه‌دار نتایج بهتری در امر مقاوم‌سازی برشی در تیرهای عمیق از خود نشان دادند. به علاوه کاشت میلگردهای تقویتی در تیرهای عمیق می‌تواند شکل‌پذیری تیرهای عمیق را بطور چشمگیری افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: میلگرد (پوشش) FRP، تیرهای عمیق دو سرگیردار، رفتار برشی و خمشی، نصب نزدیک به سطح،