



بررسی خواص مکانیکی بتن تقویت شده با الیاف نایلون (NFRC)

رحمت مدن دوست^۱، وحید متقی طلب^۲، سید یاسین موسوی^۳، میلاد ابراهیم نژاد شلمانی^۴

۱- استادیار گروه عمران دانشکده فنی دانشگاه گیلان، رشت

۲- استادیار گروه نساجی دانشکده فنی دانشگاه گیلان، رشت

۳ و ۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-سازه، دانشگاه گیلان، رشت

rmadandoust@yahoo.com

خلاصه

در این مطالعه خواص مکانیکی بتن حاوی الیاف پلیمری نایلون مورد بررسی قرار گرفته است. بتن کنترل برای مقاومت ۳۵MPa طراحی شده و فاکتورهای متغیر نیز حجم نایلون مصرفی به میزان $۰/۶\text{kg/m}^3$ ، $۱/۲\text{kg/m}^3$ ، $۱/۴\text{kg/m}^3$ و $۲/۴\text{kg/m}^3$ می باشد. وزن مخصوص بتن، مقاومت فشاری، مقاومت کششی، مدول الاستیسته، مقاومت خمشی، چقرمگی و شاخص ترک های ناشی از انقباض در ستین مختلف از جمله پارامترهای مورد بررسی می باشد. با افزایش میزان نایلون به میزان $۱/۲\text{ kg/m}^3$ مقاومت بتن تا حدود $۱۴/۱\%$ افزایش می یابد لیکن در درصد های بالاتر مقدار نایلون، بتن با کاهش مقاومت روبرو خواهد بود. مقاومت کششی و خمشی و همچنین چقرمگی نیز با افزایش حجم الیاف نایلون افزایش می یابد که البته این افزایش رابطه مستقیمی با پخش الیاف دارد.

کلمات کلیدی: بتن الیافی، خواص مکانیکی، نایلون پلیمری، چقرمگی

۱. مقدمه

بتن یکی از مصالح مناسب جهت استفاده در انواع سازه ها می باشد. با این حال ضعف کششی، تخلل بالا و تخریب در هنگام مواجهه با محیط های مخرب از نقاط ضعف آن می باشد. از این رو بالا بردن مقاومت کششی و به دنبال آن مقاومت خمشی بدون کاهش دیگر مشخصه های بتن و یا به عبارت دیگر ترمیم نقاط ضعف مذکور همواره یکی از اهداف مهندسی می باشد. استفاده از بتن مسلح فولادی اولین روش جهت مقابله با مشکل ذکر شده است. اما مشکلاتی از قبیل خوردگی آرماتور باعث شده است تحقیقات زیادی در مورد مواد تقویت کننده مضاعف بتن در حال انجام باشد. به طور کلی استفاده از الیاف با جهت گیری های متفاوت که به طور تصادفی در بتن پخش شده اند می تواند خواص مکانیکی بتن را تقویت نماید [۱]. در سالهای اخیر فوایدی مانند فواید اقتصادی، محیط زیستی و... استفاده از الیاف در بتن را افزایش داده است. بر طبق تعریف $۸۲-۵۴۴\text{R-ACI}$ بتن الیافی بتنی است مرکب از سیمان هیدرولیکی، سنگدانه ها و الیاف. امروزه از الیاف فولادی [۲]، الیاف شیشه ای [۳]، الیاف پلیاستیکی [۴] به عنوان مواد مسلح کننده برای ایجاد بتن با دوام و پایداری بالا در تونل ها و سازه های زیر زمینی استفاده می شود [۵، ۶]. استفاده از بتن الیافی بسته به نوع الیاف با توجه به اینکه خواص ذکر شده را ارضا نماید، به علت ایجاد چسبندگی کافی بین الیاف پلیمری و ماتریس بتن، سبب بهبود خواص سازه های مانند افزایش مقاومت های کششی و فشاری، مقاومت در برابر ضربه، مقاومت در برابر شوک های حرارتی و جلدشدگی بعد از آن، مقاومت در برابر خستگی و بهبود شاخص های ترک و تغییر شکل که به افزایش دوام در ماتریس بتن نیز منجر می گردد، خواهد شد [۷]. به عبارت دیگر وجود الیاف در بتن به علت مسلح نمودن بتن در سه جهت باعث افزایش در میزان دوام و چقرمگی بتن می شود. البته باید توجه نمود که توانمندی بتن الیافی رابطه مستقیمی با اختلاط و خواص بتن، مشخصات فیزیکی الیاف، جنس الیاف، پخش الیاف در بتن و در کنار هم قرار گرفتن الیاف مورد استفاده و از طرف دیگر مشخصات هندسی الیاف مانند نسبت طول الیاف به قطر، مهار مکانیکی، زبری سطح الیاف و همچنین جهت قرار گیری الیاف در بتن بستگی دارد. از بین انواع الیافی که در بتن به کار برده می شود، کاربرد الیاف مصنوعی مانند آرامید، پلی اتیلن، پلی استر و بخصوص پلی پروپیلن نیز به تدریج در حال گسترش است. یکی دیگر از این مواد مضاعف مصنوعی الیاف نایلون می باشد. بتن نایلونی با توجه به خواص مثبت الیاف نایلون مانند نسبت مقاومت به وزن بالا، در دسترس بودن و قیمت نسبتاً پایین آن می تواند مورد توجه قرار گیرد. قابلیت انعطاف بتن الیافی از جمله بتن حاوی الیاف نایلون همانند خواص مواد پلیاستیکی باعث می شود که بتن الیافی گسیختگی ناگهانی نداشته باشد. از آنجایی که الیاف نایلون به صورت سه بعدی در بتن پراکنده می شوند، با ایجاد اولین ترک که معمولاً