



# تخمین مقاومت فشاری بتن خود تراکم الیافی حاوی ذرات نانو با استفاده از سرعت امواج فرا صوتی

جواد برنجیان<sup>۱</sup>، امید لطفی عمران<sup>۲</sup>، مصطفی احمدوند<sup>۳</sup>

۱- استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی بابل

۲- کارشناس ارشد سازه، دانشگاه صنعتی بابل

۳- رئیس مرکز تحقیقات بتن ایران (شاخه آمریکا ACI)

omid\_saze\_civil@yahoo.com

## خلاصه

در این تحقیق نحوه عملکرد روش سرعت امواج صوتی به عنوان یک آزمایش غیر مخرب برای بتن به منظور تخمین مقاومت فشاری بتن خود تراکم الیافی حاوی ذرات نانو بررسی می شود. بدین منظور ۴۰ طرح اختلاط شامل ۴ سری A و B و C و D که به ترتیب حاوی ۰، ۲، ۴ و ۶ درصد وزنی سیمان، نانو سیلیس که به صورت جایگزین با سیمان مورد استفاده قرار گرفتند. هر سری از این مجموعه شامل ۳ نوع الیاف (فلزی: ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۵ درصد حجمی و پلی پروپیلن: ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲ درصد حجمی و شیشه: ۰/۱۵ و ۰/۲ و ۰/۳ درصد حجمی) مورد آزمایش و مقایسه قرار گرفتند. در این بررسی آزمایشگاهی بر روی نمونه های مکعبی ساخته شده آزمایش تعیین سرعت فرا صوتی و آزمایش مقاومت فشاری انجام گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده روابطی میان سرعت عبور امواج فرا صوتی و مقاومت فشاری نمونه ها در سنین مختلف به دست آمدند و محدوده تغییرات سرعت امواج برای این نوع بتن تعیین گردید.

کلمات کلیدی: مقاومت فشاری، بتن خود تراکم، الیاف، امواج فرا صوتی.

## ۱. مقدمه

تحقیقات گذشته نشان داده است که استفاده از الیاف در بتن سبب افزایش مقاومت ضربه ای و سایشی بعلاوه کاهش ترک خوردگی و افزایش مقاومت خمشی و کششی می گردد. از یک سو بتن خود تراکم، بتنی بسیار سیال و روان می باشد که بسیاری از مشکلات بتن معمولی نظیر جداسازی، آب انداختگی و غیره را مرتفع نموده و علاوه بر آن بدون نیاز به هیچ گونه لرزاننده داخلی یا خارجی تحت اثر وزن خود متراکم می شود. این ویژگی کمک قابل توجهی به اجرای اعضاء سازه ای با تراکم زیاد آرماتوری نماید. از سویی دیگر فناوری نانو در سالیان اخیر موجب تحولات شگرفی در دانش بشری گردیده است. نانو ذرات که نتیجه ای از فناوری نانو هستند به دلیل دارا بودن ویژگی های خاص فیزیکی و شیمیایی به عنوان یک پوزولان مصنوعی بسیار فعال در تکنولوژی بتن توانسته اند با کاربرد در ساخت مصالح پایه سیمانی ساختار آنها را به شدت تحت تاثیر قرار داده و بهبود بخشند [۱]. لذا استفاده از بتنی خود تراکم حاوی ذرات نانو، کمک شایانی به اجرا و عملکرد سازه های پیچیده می نماید.

امروزه ارزیابی بتن از نظر کنترل کیفی با استفاده از روشهای غیر مخرب بنا به دلایلی از جمله تردید در مقاومت نمونه های معمولی استاندارد، آسیبهای موضعی عضو بتنی ناشی از هوازدهی و آتش سوزی و تاثیرات شیمیایی و از طرفی به دلیل پائین بودن هزینه و زمان آزمایش و سهولت انجام آن در مقایسه با روشهای مخرب و نیمه مخرب مورد توجه مهندسين در تمام دنیا قرار گرفته و تکنیک های مختلفی از این دسته تاکنون پذیرفته شده است [۲-۵]. تکنیک سرعت امواج اولتراسونیک، که براساس محاسبه سرعت انتقال پالس فراصوت در بتن ارائه شده است، یکی از روشهای آزمون های غیرمخرب است که به کمک آن می توان برخی از خصوصیات اعضای بتنی را تخمین زد [۶]. حباب های هوا و خلل و فرج موجود در داخل جسم جامد به عبارتی میزان تراکم جسم جامد، نحوه انتقال امواج اولتراسونیک را تحت تاثیر قرار می دهند. سرعت امواج اولتراسونیک به پارامترهای متعددی از جمله نوع سیمان، سن بتن، نسبت آب به سیمان، نسبت مصالح سنگی بکار رفته در بتن، شرایط نگهداری بتن (عمل آوری)، طول مسیر اندازه گیری، دمای محیط اندازه گیری و ... وابسته است [۲-۵]. تلاشهای زیادی توسط محققین مختلف در ارتباط با بررسی تاثیر پارامترهای موثر بر