



## بررسی تاثیرات نانوسیلیس بر مقاومت فشاری و نفوذپذیری بتن به کمک روش مقاومت الکتریکی

محمد رضا شرباف<sup>۱</sup>، سید مهدی ابطحی<sup>۲</sup>، سید مهدی حجازی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی، ایران، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده مهندسی عمران

۲- استادیار، ایران، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده مهندسی عمران

۳- دانشجوی دکتری، ایران، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده مهندسی نساجی

⋮

m.r.sharbatf@gmail.com

### خلاصه

در سال های اخیر نانو تکنولوژی توجه بسیاری از محققین و دانشمندان را به خود جلب کرده است که دلیل آن استفاده از ذرات در مقیاس نانو و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بی همتای آنهاست. از طرفی سیمان ماده ای است که اجزای بتن را به هم می چسباند و در پروژه های عمرانی به طور گسترده ای استفاده می شود. در نتیجه، استفاده از نانو مواد در تولید سیمان و بتن می توان در زیرساخت های عمرانی بهبود ایجاد کند زیرا مقاومت مکانیکی و طول عمر سازه ها توسط ریزساختار و انتقال جرم در مقیاس نانو تعیین می شود. این مقاله به بررسی تاثیرات نانو سیلیس (Nano-SiO<sub>2</sub>) بر مقاومت فشاری و نفوذپذیری بتن با کارایی بالا پرداخته است.

برای بررسی تاثیرات نانو سیلیس بر مقاومت فشاری، ۴ درصد متفاوت نانو سیلیس استفاده شد. برای بررسی تغییرات نفوذپذیری، روش مقاومت الکتریکی بتن، معرفی و استفاده شده است که نسبت به دستگاه نفوذپذیری بتن به مراتب سریع تر و اقتصادی تر می باشد. ساخت این نوع بتن در مقیاس صنعتی با چالش ها و مشکلاتی همراه است که این مقاله به بیان آنها پرداخته است. تحقیقات مشابه نشان می دهد نانو سیلیس تاثیر بسزایی در نفوذپذیری ملات سیمان در سنین ۲۸ و ۹۰ روزه دارد که به دلیل پر کردن منافذ بسیار ریز و نانو لوله های موئین موجود در خمیر سیمان میباشد. آزمایش روی ۲۴ نمونه بتن تولید شده حاوی مقادیر مختلف نانو سیلیس نشان داد جایگزینی ۴٪ وزنی سیمان با نانوسیلیس میتواند تا ۲۴ برابر مقاومت الکتریکی بتن را افزایش دهد و مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن را تا ۵۵٪ نسبت به بتن شاهد بهبود بخشد.

کلمات کلیدی: نانو سیلیس، بتن با کارایی بالا، نفوذ پذیری، مقاومت الکتریکی بتن

### 1. مقدمه

سیمان ماده ای است که اجزای بتن را به هم می چسباند و در پروژه های عمرانی کاربرد بسیاری دارد [1]. از سوی دیگر، استفاده از نانو مواد در علوم با تکنولوژی بالا باعث رواج این مواد و کاربرد آن در زمینه های مختلف شده است [2]. اندازه ی بسیار ریز دانه های نانو باعث شده است که این مواد ویژگی های مطلوبی ایجاد کنند. به طور کلی، استفاده از نانو ذرات ویژگی های بسیاری از مواد را بهبود می بخشد که عامل افزایش روزافزون تحقیقات روی خواص این ذرات است. پلاستیک های تقویت شده، مواد تأخیری در گسترش آتش، لایه های نازک محافظ یا پوشش ها از جمله کاربردهای بسیار گوناگون نانو کامپوزیت ها هستند [3]. در واقع، مواد نانو ویژگی های فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی دارند که باعث تولید موثرتر از مواد کنونی شده است [4]. به طور مشخص، این ذرات، نانو ساختار مواد ساختمانی مانند سیمان و بتن را بهتر می کنند [5]. در نتیجه، استفاده از مواد نانو در تولید سیمان و بتن باعث بهبود خواص در ریزساختار مصالح عمرانی می شود. از طرفی چون مقاومت مکانیکی و طول عمر ساختمان های بتنی به وسیله ریزساختار و انتقال جرم در مقیاس نانو تعیین می شود، استفاده از نانو مواد در بتن و سیمان در اکثر مواقع مفید و موثر بوده است [6]. جینبارا و همکاران گزارش کردند که اندازه ی ذرات می تواند ویژگی های فیزیکی و شیمیایی سیمان را به طور چشمگیری تحت شعاع قرار دهد [7]. یافته های آنها نشان می دهد که کاهش در اندازه ذرات سیمان باعث گیرش و سخت شدن سریع تر می شود زیرا نیروی جاذبه الکترواستاتیک قویتر و سطح مخصوص بیشتری وجود دارد [8,9]. یه کینگ و همکاران [10] و بیونگ-وان جو و همکاران [11] اثبات کردند که مقاومت های فشاری سیمان سخت شده با افزایش درصد نانو سیلیس افزایش می یابد، به ویژه در سنین پایین این پدیده روی می دهد. آنها همچنین فهمیدند که فعالیت پوزولانی نانو سیلیس بسیار