



تأثیر نانورسی بر خواص مکانیکی و فیزیکی بتن معمولی

طالب رودیان^۱، حمید رحمانی^۲، شهاب الدین حاتمی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه یاسوج، Taleb.roodian@yahoo.com

۲- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه یاسوج، hrahmani@yu.ac.ir

۳- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه یاسوج، hatami@yu.ac.ir

۱. مقدمه

با گسترش روزافزون جمعیت و افزایش میزان ساخت و ساز و همچنین به دلیل محدود بودن منابع و مصالح مصرفی و بهبود کیفیت بتن، تقاضا برای استفاده از مصالح جدید در صنعت ساختمان افزایش پیدا کرده است. تلاش در جهت پیدا کردن راه حل‌هایی برای اصلاح کیفیت، افزایش کارایی مصالح و کاهش مصرف ماده خام و انرژی، موجب استفاده از فن‌آوری‌های نوین در این صنعت شده است. یکی از بزرگترین فن‌آوری‌های نوین در قرن حاضر نانوتکنولوژی است که استفاده از آن در راستای برطرف کردن نیازهای صنعت ساختمان، می‌تواند راهگشا باشد. از مزایای استفاده از این فن‌آوری می‌توان به افزایش کیفیت مصالح، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و در نتیجه به صرفه‌جویی اقتصادی اشاره کرد [۱]. یکی از کاربردهای نانو مواد در صنعت ساختمان استفاده از نانوذرات در بتن می‌باشد که در ادامه به تحقیقاتی در این زمینه اشاره خواهد شد. خدادادی و همکاری‌ها در سال ۱۳۸۶ اثر نانو رس بر عملکرد دراز مدت روسازی‌های آسفالتی را بررسی کردند که این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از نانو مواد نظیر نانو رس در افزایش کارایی دراز مدت آسفالت می‌تواند تأثیر فوق العاده ای ایفا کند [۲]. نظری و همکاری‌ها [۳] در سال ۲۰۱۰ به بررسی تأثیر نانوذرات ZrO_2 بر خواص فیزیکی و مکانیکی بتن خودتراکم با مقاومت بالا پرداخته و به نتایج زیر رسیدند: ۱- وقتی میزان ZrO_2 بیشتر از ۴٪ وزنی سیمان باشد، مقاومت فشاری، مقاومت کششی دو نیم شدن و مقاومت خمشی نمونه‌های بتن خودتراکم افزایش می‌یابد. ۲- نانوذرات ZrO_2 می‌توانند نقش نانوفیلرها را ایفا کنند و نفوذپذیری بتن را در سنین ۷ و ۲۸ روزه کاهش دهند.

نظری و همکاری‌ها [۴] در سال ۲۰۱۰ تأثیر نانوذرات Fe_2O_3 را در بتن بررسی کردند. نانوذرات Fe_2O_3 با میانگین قطر ۱۵ نانومتر با درصدهای ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد وزنی سیمان استفاده شد. نتایج نشان داد که استفاده از نانوذرات Fe_2O_3 باعث افزایش قابل توجه مقاومت فشاری بتن نسبت به نمونه شاهد می‌شود. میزان بهینه استفاده از Fe_2O_3 ۱٪ بود. همچنین استفاده از نانوذرات Fe_2O_3 باعث کاهش کارایی بتن تازه می‌شود. نظری و همکاری‌ها [۵] در سال ۲۰۱۱ به بررسی تأثیر نانوذرات CuO بر خواص مکانیکی، فیزیکی، گرمایی و میکروساختار مخلوط‌های سیمانی خودتراکم پرداختند. نتایج نشان داد که نانوذرات CuO توانایی بهبود مقاومت کششی دو نیم شدن بتن خودتراکم را دارد. نانوذرات CuO با جایگزینی بیش از ۴٪ وزنی سیمان می‌تواند تشکیل ژل C-S-H را تسریع کنند و در نتیجه میزان کریستال‌های $Ca(OH)_2$ در سنین اولیه هیدراتاسیون افزایش می‌یابد. افزایش نانوذرات CuO به بیش از ۴٪ جایگزینی سبب کاهش مقاومت کششی دو نیم شدن می‌شود، زیرا در این حالت ذرات به صورت مناسب پخش نمی‌شوند. چهکندی و همکاری‌ها [۶] در سال ۱۳۹۰ دوام بتن خودتراکم حاوی نانوسیلیس (۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۷۰) ساخته شد و در شرایط جزر و مدی را بررسی کردند. به این منظور نمونه‌های بتن خودتراکم با درصدهای مختلف نانوسیلیس (۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۷۰) ساخته شد و در شرایط استاندارد و همچنین شبیه‌سازی شده دریای چابهار (تر و خشک و مستغرق) عمل‌آوری شدند. بر روی نمونه‌ها، آزمایش مقاومت فشاری، آزمایش نفوذپذیری تحت فشار آب و همچنین جذب آب در سنین مختلف انجام شد که نتایج به اینصورت حاصل شد که: ۱- افزایش درصد نانوسیلیس باعث افزایش مقاومت فشاری بتن می‌گردد که این افزایش در تمامی سنین مشاهده می‌شود. اما روند رشد مقاومت با افزایش درصد نانوسیلیس بسیار کند است به طوری که نمونه‌های ساخته شده با ۱۰٪ نانوسیلیس تفاوت چندانی با ۷٪ نانوسیلیس ندارد. ۲- با افزایش درصد نانوسیلیس عمق نفوذ آب در بتن کاهش می‌یابد. ۳- درصد جذب آب در محیط مستغرق نسبت به دو محیط دیگر کمتر است. ۴- نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که محیط جزر و مدی نسبت به محیط مستغرق و شاهد مخرب‌تر می‌باشد. مرسی^۱ و همکاری‌ها [۷] تأثیر نانو ذرات رس با جایگزینی ۰، ۲، ۴، ۶ و ۸ درصد وزنی سیمان را بر روی خصوصیات مکانیکی و ریز ساختارهای ملات‌های سیمان پرتلند معمولی بررسی کردند. نتایج نشان داد که مقاومت فشاری و کششی خمیرهای سیمان با نانو متاکائولین بیشتر از ملات سیمان با نسبت آب به سیمان مشابه می‌باشد چون نانو متاکائولین به مواد افزودنی معدنی تعلق

¹ Morsy