



## مطالعه آزمایشگاهی تاثیر نانوسیلیس بر مقاومت های فشاری، کششی و خمشی بتن ژئوپلیمری بر پایه متاکائولن

علیرضا اسپرهم<sup>۱</sup>، میرحمید حسینی<sup>۲</sup>، اعظم موسوی کاشی<sup>۳</sup>، فرشته امامی<sup>۴</sup> و امیربهادر مرادی  
خو<sup>۵</sup>.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران- زلزله، گروه مهندسی عمران، سازه و ژئوتکنیک، واحد  
علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲-۴- استادیار گروه مهندسی عمران، سازه و ژئوتکنیک، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی،  
تهران، ایران.

۳- استادیار گروه مهندسی مواد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۵- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه، گروه مهندسی عمران، سازه و ژئوتکنیک، واحد  
علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

آدرس پست الکترونیکی مولف رابط: [Mirhamid.hosseini@gmail.com](mailto:Mirhamid.hosseini@gmail.com)

### خلاصه

بتن ژئوپلیمری در سال های اخیر به عنوان یک جایگزین سبز برای بتن پرتلند مطرح شده است. در این مقاله اثر نانوسیلیس بر مقاومت های فشاری، کششی و خمشی بتن ژئوپلیمری بر پایه متاکائولن مورد مطالعه آزمایشگاهی قرار گرفت. ابتدا آزمایش های اولیه به منظور رسیدن به طرح اختلاط بهینه انجام شد سپس به منظور بررسی تاثیر نانوسیلیس بر مقاومت های مکانیکی بتن ژئوپلیمری، نانوسیلیس در نسبت های مختلف به طرح اختلاط بتن اضافه و نمونه ها ساخته و عمل آوری شدند. از نمونه ها آزمون مقاومت فشاری، کشش غیرمستقیم و خمش سه نقطه ای گرفته شد.

کلمات کلیدی: بتن ژئوپلیمری بر پایه متاکائولن، نانوسیلیس، مقاومت فشاری، مقاومت خمشی، مقاومت کششی.

### ۱. مقدمه

بتن به علت دارا بودن ویژگی های خاص مانند شکل پذیری، در دسترس بودن مصالح اولیه و ارزان بودن پرمصرف ترین مصالح در صنعت ساخت و ساز، بعد از آب است. پیش بینی می شود که نیاز به مصرف بتن در آینده بیشتر شود و این افزایش تقاضا به معنی افزایش تقاضا برای تولید سیمان پرتلند، به عنوان ماده اصلی سازنده بتن است [1]. اما فرآیند تولید سیمان پرتلند معایب عمده ای نیز به دنبال دارد. تولید سیمان پرتلند باعث رهاسازی مقادیر زیادی از دی اکسید کربن ( $CO_2$ ) به محیط زیست می شود [2]. به طوری که تولید ۱ تن سیمان پرتلند سبب تولید تقریباً ۱ تن  $CO_2$  می شود [3]. از سوی دیگر، تغییرات اقلیمی ناشی از پدیده گرمایش جهانی به یکی از جدی ترین نگرانی های محیط زیستی در سراسر جهان تبدیل شده است. علت اصلی پدیده گرمایش جهانی انتشار گازهای گلخانه ای است و در میان گازهای گلخانه ای،  $CO_2$  با میزان انتشار ۶۵ درصد بیشترین نقش را در پدیده گرمایش