



## مطالعه آزمایشگاهی نقش الیاف هیبریدی دوگانه کولپلمری و نانوسیلیس بر مقاومت های مکانیکی بتن ژئوپلیمری بر پایه متاکائولن

امیر بهادر مرادی خوا، میر حمید حسینی<sup>۱</sup>، اعظم موسوی کاشی<sup>۲</sup>، فرشته امامی<sup>۳</sup> و علیرضا اسپرهم<sup>۴</sup>.

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

۲- 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.

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران- زلزله، 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 الیاف هیبریدی دوگانه کولپلمری و 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 رفتار بتن ژئوپلیمری الیافی بر پایه متاکائولن الیاف در نسبت های مختلف و همراه با نانوسیلیس 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: ژئوپلیمر، بتن ژئوپلیمری الیافی، الیاف هیبریدی، متاکائولن، نانوسیلیس.

### 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 به محیط زیست می شود [2]. به طوری که تولید یک تن سیمان پرتلند سبب تولید تقریباً یک تن دی اکسید کربن 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 دی اکسید کربن با میزان انتشار ۶۵ درصد، بیشترین نقش را در پدیده گرمایش جهانی دارد [4]. همچنین فرآیند تولید سیمان پرتلند عامل تولید ۵ تا ۷ درصد از کل میزان انتشار جهانی گاز دی اکسید کربن است [5]. از این رو نیاز به استفاده از یک جایگزین برای سیمان پرتلند ضروری به نظر می رسد. در سال های اخیر ژئوپلیمر به عنوان یک عامل سیمانی جدید و