

## بررسی تأثیر پوزولان طبیعی چکنه و زئولیت بر خواص مکانیکی بتن

محمد حسن برازنده<sup>۱</sup>، محمدرضا سهرابی<sup>۲</sup>، حمید وارسته پور<sup>۳</sup>، ایمان سلیمانی مقدم<sup>۴</sup>

۱- کارشناس ارشد عمران سازه دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان

۲- استادیار، دانشگاه سیستان و بلوچستان

۳- عضو هیئت علمی مؤسسه آموزش عالی صنعت آب و برق

۴- کارشناس ارشد عمران سازه دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان

[hasanbarazande@yahoo.com](mailto:hasanbarazande@yahoo.com)<sup>۱</sup>

### خلاصه

استفاده گسترده از بتن در پروژه های عمرانی، محققان را به پژوهش بیشتر در خصوص تولید بتنی با مقاومت و دوام بالا سوق داد. از جمله راه حل ها، استفاده از افزودنی ها و پوزولان های طبیعی و مصنوعی در بتن می باشد. وجود پوزولان ها در سیمان و تشکیل هیدرات های سیلیکاتی به صورت ژل چسباننده سبب افزایش مقاومت و بهبود سایر خواص مکانیکی خمیر سیمان می گردد. کلینوپتیلولیت رایج ترین زئولیت طبیعی است که به عنوان پوزولان در ترکیب بتن از طریق جایگزینی با سیمان پرتلند بکار می رود، تا بتوان اثر آن را بر دوام بتن تازه و سخت شده بررسی نمود. این پژوهش به منظور بررسی تأثیر پوزولانهای طبیعی چکنه و کلینوپتیلولیت بر مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن صورت گرفته است. نخست طرح شاهد ساخته شده و سپس نقش هر کدام از پوزولانها به صورت جداگانه بررسی گردیده است. تمامی طرح ها به مدت ۲۸ روز در آب عمل آوری شده و سپس مقاومت فشاری آنها اندازه گیری و با طرح شاهد مقایسه شده است. پوزولان طبیعی کلینوپتیلولیت نیاز به استفاده از فوق روان کننده داشته اما در پوزولان چکنه نیازی نمی باشد. نتایج نشان می دهد که استفاده از پوزولان چکنه سبب کاهش مقاومت ۲۸ روزه می شود، بطوریکه افزایش درصد استفاده از آن، افت مقاومت را تسریع می کند. بیشترین کاهش مقاومت برای پوزولان چکنه در ۲۰ درصد جایگزینی می باشد. پوزولان زئولیت سبب افزایش مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن شده و برای ۱۰ درصد جایگزینی بالاترین مقاومت را نتیجه می دهد.

**کلمات کلیدی: بتن، پوزولان چکنه، پوزولان زئولیت، مقاومت فشاری**

### ۱. مقدمه

وقتی پوزولان ها در سیمان حضور دارند می توانند بتدریج با آهک موجود در خمیر سیمان، در محیط مرطوب ترکیب شوند و هیدرات های سیلیکاتی مناسب را به صورت ژل چسباننده تولید کنند. تولید این مواد چسباننده به مرور زمان فضاهای خالی را پر می کنند زیرا حجم آن از مواد اولیه بیشتر است. پر کردن فضاهای خالی موجب افزایش مقاومت، افزایش مدول ارتجاعی، کاهش ضریب یا نسبت پواسون و بهبود سایر خواص مکانیکی خمیر سیمان می شود. همچنین کاهش فضای خالی موجب افزایش نفوذ ناپذیری خمیر شده و جذب آب خمیر سیمان کم می گردد و دوام آن در برابر حملات شیمیایی بدلیل نفوذ کمتر آب افزایش می یابد. از طرفی هم کاهش جذب آب موجب می شود تا دوام خمیر سیمان در برابر سیکلهای یخبندان بهبود یابد. بسیاری از عوامل مضر شیمیایی مانند سولفاتها و یون کلر از طریق فضای خالی موجود به داخل بتن راه می یابند که با کاهش این تخلخل ها می توان به دوام بیشتر بتن کمک کرد [۱].

وقتی پوزولان ها جایگزین سیمان شوند، بخشی از ماده چسباننده که سریع عمل می نماید حذف شده و جهت انجام واکنشهایی تکمیلی، پوزولان ها باید منتظر تولید هیدروکسید کلسیم بمانند و به همین دلیل گیرش اولیه و نهایی سیمانهای آمیخته پوزولانی اندکی طولانی تر می شود و مقاومت های اولیه به میزان حدود ۵ تا ۱۵ درصد (بسته به درصد پوزولانی مصرفی) کاهش می یابد. کاربرد پوزولان های طبیعی در بتن، علاوه بر صرفه اقتصادی در جایگزینی بخشی از سیمان، می تواند منجر به دستیابی خواص مطلوبی نظیر کاهش حرارت زایی و نفوذپذیری گردد. استفاده از پوزولان های طبیعی در بسیاری موارد می تواند منجر به افزایش آب اختلاط گردد که ممکن است در این مواقع جهت جلوگیری از آثار نامطلوب روی مقاومت