

## بررسی عوامل مؤثر بر دستیابی به بتن فوق توانمند

منصور قلعه نوی<sup>۱</sup>، حسین علی رهدار<sup>۲</sup>

۱- دانشیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشجوی دکتری سازه، گروه مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد

rahdar@uoz.ac.ir

### خلاصه

بتن به عنوان پر مصرفترین مصالح ساختمانی مدتهاست جوابگوی نیازهای روبه گسترش جامعه بشری می باشد. انواع بتن معمولی و بتن با عملکرد بالا مدت زمان زیادی است که تشکیل دهنده اصلی سازه های بتنی بوده اند. اما نیاز به ساخت سازه های مرتفع تر، مقاوم تر و دارای المانهای سازه ای با ابعاد کوچکتری و عمر طولانی تر، محققان را وادار به جستجو و تحقیق برای ساخت بتن مقاوم تر و با دوام تر نموده است. تحقیقات دانشمندان طی دو دهه اخیر منجر به پیدایش نوع جدیدی از بتن با خواص فوق العاده و مقاومت فشاری بسیار بالا گردید. که این بتن تحت عنوان بتن فوق توانمند Ultra high performance concrete شناخته می شود و دارای مقاومت فشاری بیشتر از ۱۲۰ مگاپاسکال می باشد. این بتن از دوام فوق العاده در برابر عوامل مهاجم همچون یون کلر و سیکلهای یخبندان برخوردار می باشد. در این تحقیق اثر نوع سیمان، نوع عمل آوری و دانه بندی ماسه سیلیسی بر مقاومت این نوع بتن بررسی شده است و بر اساس نتایج بدست آمده از مقاومتهای ۲۸ روزه نمونه ها، یک طرح اختلاط و شیوه عمل آوری مناسب ارائه شده است.

کلمات کلیدی: بتن فوق توانمند، ماسه سیلیسی، سازه بتنی، طرح اختلاط

### ۱. مقدمه

بتن فوق توانمند (UHPC) دسته جدیدی از بتن است که در سالهای اخیر، با رشد تکنیکهای تولید مواد سیمانی ریز توسعه یافته است. اگرچه میان گونههای مختلف UHPC تفاوتهایی در نحوه ساخت، مقدار مقاومت فشاری و سایر مشخصات مکانیکی وجود دارد، اما بین تمامی آنها شباهتهای کلی قابل تشخیص است. حداکثر اندازه دانهها در UHPC، ۶۰۰ میکرومتر می باشد. مقاومت فشاری UHPC بیشتر از ۱۲۰ مگاپاسکال است و مقاومت خمشی آن حداکثر تا ۵۰ مگاپاسکال می رسد. بعلاوه UHPC نسبت آب به مواد سیمان بسیار پایینی دارد و میزان روانی آن برای کارا بودن بتن بایستی با فوق روان کننده تامین شود. در مقایسه با سایر مصالح با پایه سیمان معمولی، مشخصات ساختاری بتن فوق توانمند مانند یکنواختی اندازه ذرات، تخلخل و ساختارهای میکروسکوپی، بهبود یافته است. این نوع بتن به دلیل تخلخل و موئینگی کم، تقریباً غیرقابل نفوذ است و همین امر باعث شده است تا بسیاری از ضعف های بتن معمولی مانند ضعف در برابر سیکل های یخبندان، خوردگی آرماتور و حمله یون های کلر را نداشته باشد. یکی از ویژگی های منحصر به فرد UHPC نیاز این ماده به عمل آوری حرارتی است. این روند که گاهی به جای روند عمل آوری، روند رفتار حرارتی نامیده می شود، یک روند ساده است و در واقع یک مرحله اضافه در ساخت بتن است که به منظور قوی تر کردن ساختار آن از نظر میکروسکوپی انجام می گیرد. عمل آوری حرارتی برای تمام کاربری های UHPC مورد نیاز نیست زیرا بدون عمل آوری حرارتی نیز UHPC مقاومت و انعطاف پذیری قابل توجهی نسبت به بتن توانمند (HPC) دارد. براساس گزارشات ارائه شده، عمل آوری حرارتی خصوصیات مکانیکی بتن را حداقل به میزان ۱۵٪ بهبود می دهد.

<sup>۱</sup> هیئت علمی  
<sup>۲</sup> دانشجو