



## طرح اختلاط بتن با استفاده از اصول بهینه‌سازی و بر اساس نتایج آزمایشگاهی

علیرضا حبیبی<sup>۱\*</sup>، هومن صفاری<sup>۲</sup>، وریا محمدی<sup>۳</sup>

۱- استادیار گروه عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه کردستان، سنندج

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه کردستان، سنندج

۳- دانشجوی کارشناسی عمران، دانشگاه کردستان، سنندج

\* ar.habibi@uok.ac.ir

### خلاصه

به منظور تولید بهینه و انبوه بتن، یکی از اساسی‌ترین شاخص‌ها که باید تغییر یابد، طرح اختلاط آن است. هدف از پژوهش حاضر، ارائه یک روش جدید برای طرح اختلاط بتن با استفاده از اصول بهینه‌سازی می‌باشد. البته با توجه به اینکه این تحقیق بر مبنای مطالعات تئوریک و همچنین آزمایشگاهی است، با در نظر داشتن شرایط ساخت بتن در ایران، مبنای کاربردی‌تری دارد. بدین منظور ابتدا مدل بهینه‌سازی طرح اختلاط بتن تعریف می‌شود، به صورتی که تاثیر نتایج آزمایشگاهی در آن لحاظ شده باشد. سپس با استفاده از یک الگوریتم بهینه‌سازی، طرح اختلاط بهینه برای بتن با مقاومت مورد نظر بدست می‌آید. مدل توسعه یافته، قابلیت تعمیم برای سایر مسائل (منظور، تغییر در فرضیات در محدوده‌های قابل قبول) را به سادگی دارا است. نشان داده می‌شود که طرح اختلاط بهینه در حالت حداکثر شدن بزرگترین بعد درشت‌دانه و در نتیجه حداکثر شدن حجم شن مصرفی بدست می‌آید.

کلمات کلیدی: بهینه‌سازی، طرح اختلاط بتن، نتایج آزمایشگاهی، حداقل هزینه

### ۱. مقدمه

امروزه حجم تولید و استفاده از بتن در سازه‌ها، حتی در ساختمان‌های معمول مسکونی رو به افزایش است، در حالیکه محدودیت سرمایه‌های موجود شرایط ویژه‌ای را به وجود آورده است. البته بتن نسبت به دیگر مصالح سازه‌ای از دیدگاه‌های گوناگون از جمله قابلیت کاهش هزینه تولید مزیت دارد. دلایل مذکور سبب اهمیت تحقیق بر روی تولید و استفاده بهینه از بتن و تمایل متخصصین به این موضوع شده است. با در نظر گرفتن تولید انبوه و نیمه انبوه بتن کاهش حتی اندکی از هزینه‌های تولید آن می‌تواند بسیار موثر باشد. البته این کاهش هزینه باید به صورتی انجام گیرد که دیگر خصوصیات بتن به ویژه مقاومت فشاری دچار تغییرات منفی نشوند.

از جمله مطالعات گذشته برای طرح اختلاط بهینه تحقیقات گسترده‌ی و همکارانش است. او در سال ۲۰۰۶ در پژوهشی هزینه بتن با مقاومت معمولی را با استفاده از الگوریتم ژنتیک کمینه کرده است [1]. وی ابتدا طرح اختلاط را به صورت مسئله بهینه‌سازی رابطه‌سازی کرد و دو واحد (ماژول) مدل‌سازی و بهینه‌یابی را تشکیل داد. سپس مسئله را با استفاده از واحد (ماژول) بهینه‌سازی بر پایه برنامه‌نویسی درجه دو و الگوریتم ژنتیک حل نمود. برای ارزیابی برنامه کامپیوتری حاصل از مجموع این واحدها، برنامه برای بدست آوردن طرح اختلاط بهینه با رنج اسلامپ ۵-۲۵ سانتی‌متر و مقاومت ۲۵-۵۵ مگاپاسکال استفاده گردید. کانون و مورتی نیز در سال ۲۰۰۳ نسبت اختلاط بهینه بتن را بدست آوردند [2]. آنها بر پایه مفاهیم بهینه‌سازی یک روش طرح اختلاط بتن برای محاسبه بتن با کمترین هزینه ارائه دادند. در تحقیق آنها وضعیت کارایی و مقاومت بتن توسط وابستگی توابعشان به اجزاء طرح اختلاط در نظر گرفته شد. همچنین برای اطمینان از قابل قبول بودن مقادیر متفاوت سبزه‌دانه‌ها، محدوده‌ای را برای دانه‌بندی در نظر گرفته شد. آنها یک برنامه کامپیوتری با نام COMP برای رابطه‌سازی مسئله و انجام بهینه‌سازی طرح اختلاط بتن ارائه نمودند. برنامه ارائه شده، قابلیت اصلاح فرضیات یا اضافه کردن قیود جدید را داشت. دیگر تحقیقات در این حوزه البته دارای تفاوت‌های اساسی با این پژوهش‌ها است. به عنوان مثال مارسیا و همکارانش یک آزمایش اختلاط آماری برای بهینه نمودن مقادیر طرح اختلاط بتن با مقاومت بالا ارائه دادند [3]. برای بهینه‌یابی بتن‌های ویژه نیز تحقیقات زیادی انجام گرفته است، از جمله یون و همکاران در سال ۲۰۰۳ از الگوریتم ژنتیک در نسبت اختلاط بتن با کارایی بالا استفاده نمودند [4]. آنها با اطلاع از مزایای فراوان این نوع بتن‌ها و توجه به این ضعف که رسیدن به کارایی مورد نظر در آنها نیاز به استفاده از مخلوط‌های آزمایشی برای