



## مدلسازی بتن در حالت غیرهمگن به روش تیر مشبک

ایرج رسولان<sup>۱</sup>، علی احمدی پارسا<sup>۲</sup>

۱- استادیار دانشکده مهندسی دانشگاه شهید چمران اهواز

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه دانشگاه شهید چمران اهواز

I.rasoolan@scu.ac.ir

Ahmadi\_parsa@yahoo.com

### خلاصه

بررسی‌ها نشان می‌دهد که بتن یک ماده‌ی غیرهمگن بوده که اجزای تشکیل دهنده‌ی آن در روند خرابی و گسترش ترک خوردگی آن تأثیرگذار می‌باشند. لذا برای بررسی روند خرابی نمونه‌های بتنی، لازم است آن را بصورت غیرهمگن مدلسازی کنیم. یعنی بتن را بصورت یک ماده‌ی سه فازه متشکل از سنگدانه، خمیر سیمان و ناحیه‌ی انتقال در نظر بگیریم. در این مقاله یک مدل عددی برای شبیه‌سازی روند خرابی در بتن ارائه می‌شود. در این مدل اجزاء به صورت شبکه‌ای از تیرهای برنولی دوگره‌ی تقسیم بندی می‌شوند که این تیرها می‌توانند نیروهای نرمال، برشی و لنگر خمشی را منتقل کنند، سپس به کمک آن روند شروع و رشد ترک شبیه‌سازی می‌شود. بدین منظور لازم است که یک مقیاس مزوسکوپی، که در آن ساختار ذرات تشکیل دهنده‌ی بتن با استفاده از شبکه‌ی تیرها ایجاد شده در نظر گرفته شود، و رفتار فازهای مختلف به آنها اختصاص یابد. در نهایت مدل مورد نظر با کارهای تجربی مقایسه شده است که نتایج عددی انطباق قابل قبولی با تست‌های تجربی دارد.

**واژه‌های کلیدی:** بتن غیرهمگن، مدل تیر مشبک، ناحیه‌ی انتقال

### ۱. مقدمه

بتن همچنان پرکاربردترین ماده در بین مصالح ساختمانی مورد استفاده است، که دلیل آن دارا بودن کمترین نسبت قیمت به مقاومت در مقایسه با سایر مصالح موجود می‌باشد. در حوزه آنالیز سازه‌های بتنی فرض می‌شود که بتن یک ماده‌ی همگن است در صورتی که در اصل بتن شامل اجزای مختلفی مانند خمیرسیمان، سنگدانه‌شن و ماسه، و هوا می‌باشد که وجود این اجزا در تعیین رفتار بتن حایز اهمیت است. لذا بتن را باید از دیدگاه مزو و میکرو مورد بررسی قرار داد.

رفتار مکانیکی بتن مانند هر مخلوط دیگری متأثر از خواص و ویژگی‌های اجزای تشکیل دهنده‌اش می‌باشد. بنابراین به منظور بررسی دقیق تر رفتار این ماده و دریافت نحوه‌ی اثرپذیری رفتار آن از ریزساختار تشکیل دهنده‌اش، لازم است تا ناهمگونی ساختار داخلی آن به شکل مناسبی مدنظر قرار گیرد. واضح است که مدل‌های همگن توانایی انجام چنین کاری را ندارند. بنابراین محققین با مدل‌سازی مستقیم ریزساختار بتن به ارائه‌ی مدل‌هایی غیرهمگن در مقیاس‌های کوچک تر پرداختند. بدین ترتیب ایده‌ی استفاده از مدل‌های دوفازه و سه فازه مطرح شد.

در ساختار داخلی بتن سنگدانه‌ها به صورت تصادفی درون ماتریس (خمیر سیمان) قرار گرفته‌اند. علاوه بر این، در حین مخلوط کردن بتن، آب بیشتری اطراف مرزهای سنگدانه‌های درشت‌تر جمع می‌شود [1]. این مسئله باعث می‌شود تا ساختار مخلوط سیمان در مجاورت این سنگدانه‌ها متخلخل تر و