



## بهسازی در فناوری پوشش دیواره تونل با استفاده از بتن با افزودنی نانواکسید تیتانیوم

سعید حسامی<sup>۱</sup>، نادر روشن<sup>۲</sup>، نوید قصابکلایی<sup>۳</sup>، عرفان عابدیان<sup>۴</sup>

۳،۲،۱- دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، دانشکده مهندسی عمران

۴- دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی عمران

navid.ghasabkolaei@gmail.com

### خلاصه

شاتکریت عبارتست از بتن یا ملاتی که با استفاده از هوای فشرده و با سرعت زیاد به سطح مورد نظر پاشیده و به صورت دینامیکی متراکم می‌شود. دلیل استفاده از این کار افزایش مقاومت و کاهش نفوذپذیری می‌باشد. در این مقاله با بهره‌گیری از نانواکسید تیتانیوم در پوشش دیواره تونل جهت رسیدن به دلایل مذکور به پیشرفت‌هایی رسیده و علاوه بر آن به مسائل زیست محیطی نگاه ویژه شده است.

**کلمات کلیدی:** شاتکریت، تزریق، بتن، نانواکسید تیتانیوم، دیواره تونل‌ها.

### ۱. مقدمه

بعد از حفاری و نگهداری تونل اصلی، به منظور اهداف بهره‌برداری و اطمینان از پایداری سازه دائمی در طولانی مدت، ایجاد یک سطح صاف، کنترل ورود آب‌های زیر زمینی به داخل تونل، دیواره‌ها، سقف تونل اصلی به وسیله لاینینگ بتنی پوشیده می‌شود [۱]. در سالیان اخیر استفاده از نانو فناوری در صنایع مربوطه به بتن و محصولات سیمانی، رشد چشمگیری داشته است. در این مقاله به مطالعه نانو اکسید تیتانیوم به عنوان افزودنی در پوشش دیواره تونل پرداخته خواهد شد.

### ۲. سیستم پوششی تونل‌ها

با توجه به نوع خاص بارگذاری تونل، استفاده از یک لایه پوشش اولیه جهت پایداری اولیه و ممانعت از ریزش گوه‌های سنگی ناپایدار و در نتیجه ناپایداری در سازه‌های حفاری شده ضروری به نظر می‌رسد. ضخامت این لایه رابطه مستقیمی با روش حفاری، نوع خاک یا سنگ، سرعت حفاری و امکانات موجود دارد. پس از حفاری کامل تونل و اجرای لاینینگ اولیه در سازه تونل، ایجاد پایداری طولانی مدت تونل توسط لاینینگ ثانویه کامل خواهد شد [۲].

شاتکریت عبارتست از بتن یا ملاتی که با استفاده از هوای فشرده و با سرعت زیاد به سطح مورد نظر پاشیده و به صورت دینامیکی متراکم می‌شود. از خواص عالی آن به شرح زیر می‌توان خلاصه کرد [۳]:

- ۱) نسبت کم آب به سیمان باعث افزایش مقاومت و نفوذپذیری کم بتن پاشیده می‌شود.
- ۲) بدلیل سرعت پاشیده شدن مصالح و میزان کم آب آن، تراکم زیاد است.
- ۳) چسبندگی زیاد این بتن، آن را برای کارهای تعمیراتی مطلوب می‌سازد.
- ۴) وسایل لازم، محل کمی را اشغال می‌نماید و کاربرد آنها آسان است.
- ۵) معمولاً به قالب نیاز نبوده و ساخت مصالح نازک بسهولت میسر است.

<sup>۱</sup> - استادیار دانشکده مهندسی عمران

<sup>۲</sup> - مربی دانشکده مهندسی عمران

<sup>۳</sup> - دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-خاک و پی

<sup>۴</sup> - دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-سازه