

## ارزیابی رئولوژیکی تأثیر نانو مصالح مایع بر خواص و عملکرد قیر

منصور فخری<sup>۱</sup>، وحید ونائی<sup>۲</sup>، محمد راهی<sup>۳</sup>

1- استادیار، دانشکده عمران، دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی، تهران، ایران

2- کارشناس ارشد، مهندسی راه و ترابری، دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی، تهران، ایران

3- کارشناس ارشد، مهندسی پلیمر، دانشگاه امیرکبیر، تهران، ایران

vvanaei@kntu.ac.ir  
vahidvanaei@ymail.com

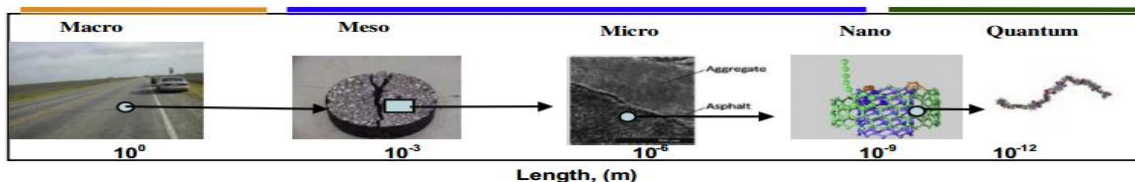
### خلاصه

نانو تکنولوژی زمینه نسبتاً جدیدی در علم است که با سازه‌های در مقیاس نانو سروکار دارد و به سرعت در حال تکامل است. گرچه مهندسان علاقه‌ی زیادی به ویژگی‌های مواد در مقیاس ماکرو (بزرگ مقیاس) و مزو (متوسط مقیاس) دارند، اما مطالعه‌ی ویژگی‌ها در مقیاس نانو و میکرو بینشی بنیادین و اساسی را برای توسعه‌ی علم و تکنولوژی مهیا می‌سازد. مطالعاتی که تاکنون در زمینه استفاده از نانو تکنولوژی در علم روسازی انجام گرفته است، نشان از بهبود رفتار فیزیکی و رئولوژیکی قیر و بهبود رفتار مخلوط‌های آسفالتی دارد. از آنجایی که اساسی‌ترین روش برای پیش‌بینی رفتار مخلوط‌های آسفالتی بررسی رفتار قیر است، لذا در این مطالعه هدف بررسی و مقایسه رفتار رئولوژیک قیر پایه با درجه نفوذ 85/100 و 6 نوع قیر اصلاح شده با نانو مصالح مایع زایکوترم و زایکوسویل، با درصد‌های 0/1، 0/3 و 0/5 درصد می‌باشد. خواص رئولوژیکی شامل ویسکوزیته، دمای گسیختگی، درجه عملکرد و پتانسیل شیارشدگی توسط آزمایش‌های ویسکوزیته چرخشی و رئومتر برش دینامیکی و تست مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمایشات حاکی از بهبود شرایط اختلاط، کاهش دمای مخلوط آسفالتی، افزایش مقاومت در برابر شیارشدگی و افزایش دمای گسیختگی ناشی از اضافه کردن افزودنی‌ها بود. همچنین نتایج نشان داد تأثیر این مواد با افزایش درصد افزودنی کاهش می‌یابد. رفتار قیر اصلاح شده با زایکوترم به مراتب بهتر از زایکوسویل بوده است.

کلمات کلیدی: رئولوژی قیر، دمای گسیختگی، ویسکوزیته چرخشی، رئومتر برش دینامیکی، نانو مصالح.

### 1. مقدمه

نانو تکنولوژی خلق مواد جدید، وسایل و سیستم‌ها در سطح ملکولی و ایجاد تعاملی بین ساختار ماکروسکوپی و ذرات در مقیاس اتم و ملکول است [1]. نانو تکنولوژی زمینه نسبتاً جدیدی در علم است که با سازه‌های در مقیاس نانو سر و کار دارد. این رشته از اولین باری که توسط Kroto و همکارانش مطرح شد، به سرعت در حال تکامل است [2]. گرچه مهندسان علاقه‌ی زیادی به ویژگی‌های مواد در مقیاس ماکرو (بزرگ مقیاس) و مزو (متوسط مقیاس) دارند، اما مطالعه‌ی ویژگی‌ها در مقیاس نانو و میکرو بینشی بنیادین و اساسی را برای توسعه‌ی علم و تکنولوژی مهیا می‌سازد. شکل 1 تکامل مقیاس مواد سازنده‌ی آسفالت را از دیدگاه ماکروسکوپی تا مقیاس نانو و کوآتوم نشان می‌دهد [3].



شکل 1 - مواد سازنده آسفالت در مقیاس متفاوت [3]