اولین کنفرانس ملّی مکانیک خاک و مهندسی پی
دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران
۱۲ و ۱۳ آذرماه۱۳۹۳

مدلسازی شبکه منفذی جریان چند فازی درون محیط متخلخل

شهره محمدی[۱]، حبیب الله بیات[۲]

۱- دانشجو دکتری مهندسی عمران- محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۲- هیئت علمی دانشکده عمران-محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

Shohreh.mhmmd@aut.ac.ir

خلاصه

جریان چند فازی درون محیط متخلخل در حوزه های گوناگون زیست محیطی از جمله مسائل مربوط به آلودگی خاک، از اهمیت زیادی برخور دار است. در بررسی جریان سیال درون محیط متخلخل، ارتباط ساختاری موجود بین ویژگی های ماکروسکوپی سیستم از جمله: تراوایی های نسبی، فشارهای مویینگی و درجه اشباع سیالات بایستی مشخص باشند، اما تعیین این خصوصیات از آنجا که به ویژگی های سیالات، فضای منفذی و تاریخچه اشباع وابسته اند، دشوار است. رویکردی جذاب در توصیف فضای منفذی استفاده از شبکه ای از منافذ مرتبط از طریق گلوگاه ها است. مدلسازی شبکه منفذی برای پیش بینی ویژگی های جریان چند فازی درون محیط متخلخل استفاده می شود که شبکه مقیاس منفذی نمایشگر فضای خالی محیط متخلخل است. این مدل های شبکه قادر به پیش بینی روند تراوایی نسبی و درجه اشباع باقیمانده با عدد مویینگی و همچنین بازتولید الگوهای جابجایی مشاهده شده در آزمایشات مدل میکرو مقیاس هستند. در این مقاله، ضمن مروری بر مدلسازی شبکه منفذی جریان چند فازی درون محیط متخلخل در سال های اخیر، مزایا و معایب استفاده از این مدل ها برای مطالعات آتی طبقه بندی و مشخص می شوند.

کلمات کلیدی: جریان چندفازی، شبکه منفذی (Pore network)، محیط متخلخل، تراوایی نسبی، انتقال آلاینده

۱. مقدمه

بررسی مکانیزم های جریان چند فازی در محیط‌های متخلخل همچون خاک و سنگ، یکی از زمینه‌های کاربردی امروزه در حوزه‌ی توسعه پایدار و همچنین مدیریت ریسک انتقال آلاینده‌ها درون خاک است. معمولا در مطالعات جریان چند فازی از اصطلاح "سیال ترکننده" و "سیال غیر ترکننده" استفاده می‌شود که در جریان سیال‌های امتزاج ناپذیر، به قابلیت ترکنندگی محیط متخلخل توسط این سیالات اشاره دارد. زمانی که سیالات در شرایط "پایدار کاملا توسعه یافته" جریان داشته باشند، دبی متوسط هریک از سیال‌ها و میزان اشباع آنها در زمان و مکان[۳] ثابت باقی می‌ماند. اما در حالت "جریان ناپایدار[۴] "، تغییرات مکانی و زمانی جابجایی یک سیال با دیگری را نیز باید در نظر گرفت که موجب پیچیدگی مطالعات خواهد شد. در هر دو حالت، تحلیل‌های تئوری متداول بر استفاده از مفهوم تراوایی نسبی سیالات، به عنوان ضرایب انتقال مومنتوم در مقیاس ماکروسکوپی، تکیه دارند. مفهوم تراوایی نسبی ریشه در قانون دارسی دارد که این قانون خود فقط برای جریان تک فازی معتبر است. هر گونه توسعه تجربی و شبه تجربی این قانون برای مشمول شدن جریان چند فازی، می‌تواند تنها بر اساس ساده‌سازی‌ها و فرضیات بسیاری باشد که اعتبار آنها با چالش‌هایی جدی روبرو بوده است [۲-۱].
چالش دیگری که برای تعمیم اعتبار قانون دارس مطرح می‌باشد، سرعت واقعی هریک از چند سیال جاری در درون منافذ محیط متخلخل می‌باشد [۳]. در مقایسه با جریان تک فازی در محیط‌های متخلخل، سرعت جریان هریک از فازها ممکن است تحت تاثیر حضور سیالات دیگر، به‌مراتب بیشتر از جریان آرام باشد.

به منظور درک مکانیزم جابجایی آلاینده‌ها در محیط‌های متخلخل، بایستی ارتباط ساختاری بین خصوصیات ماکروسکوپیک سیستم همچون تراوایی‌های نسبی، فشارهای مویینگی و درجه اشباع‌های سیالات مشخص شوند. چنان ارتباطات ساختاری، معمولا درقالب معادلات دیفرانسیل جزئی

[۱] دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی عمران-محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
[۲] هیئت علمی، دانشکده مهندسی عمران-محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

[3] Spatiotemporal statistical sense
[4] Transient