



مطالعه پارامتریک مدل شکست ترد - کشسان در محیط متخلخل چند فازه با نرم افزار المان محدود θ -Stock

بهروز گتمیری^۱، مرضیه فتحعلیخانی^۲

۱- استاد دانشکده فنی دانشگاه تهران و دانشگاه پل و راه پاریس

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوتکنیک - دانشکده فنی دانشگاه تهران

fathalikhani.m@gmail.com

خلاصه

این مقاله به صورت خلاصه چهارچوب تئوریک از مدل شکست جدید ترموهیدرومکانیکی (مدل THHMD) را ارائه می کند. برخلاف بیشتر مدل های شکست چندفازه، این مدل با متغیرهای حالت مستقل (تنش خالص، مکش و تنش حرارتی) فرمول بندی شده است. متغیر شکست یک تانسور مرتبه دوم است. جهات اصلی تنش و شکست یکسان فرض می شود. رویکرد این مدل، ترکیب تئوری های ترمودینامیکی و میکرومکانیکی است. تانسور کرنش به دو مولفه کرنش مستقل ترمودینامیکی تقسیم شده است. نفوذپذیری ذاتی وابسته به ترک خوردگی معرفی شده است. یک شبیه سازی عددی توسط برنامه المان محدود θ -Stock (Arson and Gatmiri ۲۰۰۸) به منظور مطالعه شکست در نمونه بنتونیت غیراشباع با بارگذاری حرارتی صورت گرفته و نتایج آن بحث شده است.

کلمات کلیدی: خاک غیراشباع، مدل ترموهیدرومکانیکی شکست، روش المان های محدود، محیط متخلخل چندفازه

۱. مقدمه

این مطالعه به سبب ضرورت پیش بینی رفتار EDZ (ناحیه ترک خورده ناشی از حفاری) اطراف مخازن دفن زباله های اتمی صورت گرفته شده است. مانع های طبیعی که معمولاً از مصالح نیمه شکننده، همانند گرانیت و سنگ رس می باشند، در طول فاز حفاری متحمل شکست می شوند. برهم کنش های میکرومکانیکی، در همسایگی مانع های مهندسی که عموماً از رس متراکم غیراشباع تشکیل شده است، رخ می دهد. ناحیه شکسته شده ناشی از حفاری (EDZ) تولید شده در چنین مصالحی به منظور طراحی امکانات زیرزمینی امن باید مورد بررسی قرار گیرند. سنگ های متخلخل میزبان دارای سیالات حفاره ای مختلف هستند که مسائل مهندسی را بسیار پیچیده می کند. اثرات موئینگی رفتار سنگ رس را تغییر می دهد. به علاوه گرادیان های حرارتی باعث تغییر فاز می شود که سینماتیک انتقال را تحت تاثیر قرار می دهد. زباله های اتمی منبع حرارتی هستند که می تواند تولید کنش و در نتیجه ترک کند. مدل ترموهیدرومکانیکی شکست (Arson and Gatmiri ۲۰۰۸)، مدلی کاملاً کوپله برای محیط متخلخل غیراشباع می باشد که در نرم افزار المان محدود θ -Stock (Arson and Gatmiri ۲۰۰۸)، نوشته شده است. این مدل برای ارائه ترکیبی از اثرات مکانیکی، موئینگی و ترک خوردگی حرارتی طراحی شده است. در بخش اول این مقاله روابط تئوریک این مدل به طور خلاصه تشریح می شود و سپس، نتایج حاصل از مدل سازی عددی در مدل THHMD برای یک نمونه خاک تحت بارگذاری حرارتی ارائه و بحث می شود.

۲. چهارچوب تئوریک مدل شکست در محیط متخلخل چند فازه

فرض می شود ترک ها در راستاهای نزدیک به هم، در یک دسته قرار گرفته می شود. بنابراین فرض می شود مصالح در سه جهت اصلی n_i ، ترک بخورد، متغیر شکست $\underline{\Omega}$ ، می تواند به صورت یک تانسور قطری با مقدار ویژه d_i ، که نشان دهنده چگالی ترک است، نوشته شود:

$$\underline{\Omega} = \sum d_i n_i \otimes n_i \quad (1)$$

با قبول رابطه بالا درمی یابیم که شکست را می توان به وسیله سه دسته ترک همگن که با بردار نرمال n_i و حجم نسبی d_i شناخته می شوند، بیان نمود. دانسته ترک d_i ، بستگی به تعداد ترک های مربوط به $\underline{\Omega}$ -آمین دسته و نیز شعاع هر یک از این ترک ها دارد. در مسائل هیدرومکانیکی گاهی