



رفتار سنگ تحت فشار های همه جانبه مختلف

حسن قاسم زاده^۱، عصمت اکبری^۲

۱- استادیار دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی خاک و پی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

ghasemzadeh@kntu.ac.ir
frsh_akbari@yahoo.com

خلاصه

در سازه های عمیق و همچنین در هنگام زلزله تنش همه جانبه زیادی به سنگ وارد می آید که فهم مکانیزم آن، دانشی از پروسه شکست را می طلبد که با حالت فشار همه جانبه کم تفاوت می کند. در این مقاله علاوه بر تشریح مکانیزم گسیختگی سنگ در فشار همه جانبه کم و متوسط (معیار موهر کلمب)، مکانیزم Peierls که بر رفتار سنگ تحت فشار همه جانبه بالا و نرخ کرنش بالا حاکم است و قانون خزش توانی که بر رفتار سنگ تحت فشار همه جانبه بالا و نرخ کرنش پایین حاکم است نیز بیان شده اند. اصلاحات متفاوت تنش Peierls منجر به روابط مختلفی برای آن شده است. پس از مرور این روابط یکی از معادلات اصلی Peierls با داده های تجربی سنگ تحت فشار همه جانبه بالا و نرخ کرنش بالا به خوبی سازگاری دارد.

کلمات کلیدی: فشار همه جانبه بالا، مقاومت گسیختگی، تنش Peierls، قانون خزش توانی، نرخ کرنش

۱. مقدمه

هنگامی که سنگ تحت فشار همه جانبه کم و متوسط قرار می گیرد، مقاومت فشاری آن محدود به مقاومت لغزش اصطکاکی در امتداد ترک ها می باشد و یکی از معیارهای معروف که برای بیان رفتار چنین سنگی بکار می رود رابطه موهر کلمب است. در این حالت با افزایش فشار همه جانبه، مقاومت گسیختگی سنگ افزایش پیدا می کند. اما زمانی که سنگ تحت فشار همه جانبه بالا است مانند مواقع زلزله، یا سنگ هایی که در عمق پسته زمین اند، دیگر مکانیزم موهر کلمب قابل استفاده نیست و فشار به اندازه ای زیاد می شود که از لغزش اصطکاکی در امتداد ترک ها جلوگیری می کند و حتی شکست در تنشی که مستقل از فشار همه جانبه است اتفاق می افتد. در چنین حالتی مقاومت گسیختگی با مکانیزم نوع Peierls سازگار است [1]. در حالت فشار همه جانبه بالا، ترک های خمیری توسعه پیدا می کنند و معمولاً در نرخ کرنش پائین هر دو رفتار شکننده و انعطاف پذیر دیده می شود. معیار انتقال از ترک کلمبی به ترک خمیری (یا انتقال از فشار همه جانبه متوسط به فشار همه جانبه بالا) بوسیله R_c بیان می شود که تنها تابعی از ضریب اصطکاک μ است [2]. مکانیزم حاکم بر حالت فشار همه جانبه بالا و نرخ کرنش پائین قانون خزش توانی است. اما در نرخ کرنش بالا، ما تنها شاهد رفتار شکننده سنگ تحت فشار همه جانبه بالا هستیم که در این حالت مکانیزم Peierls بر رفتار سنگ حاکم است. این مکانیزم ابتدا توسط Peierls [3] و [4] Nabarro معرفی شد و در ادامه بدلیل اهمیت بی نظیرش، جای مهمی در تحقیقات به خود اختصاص داد. و توسط محققین مختلفی [5,6,7] اصلاح شده و به صورت روابط مختلفی درآمده است.

۲. رفتار سنگ تحت تنش همه جانبه کم و متوسط

تحت فشار همه جانبه کم تا متوسط شبیه به شرایط پسته بالائی زمین، گسیختگی زمانی شروع می شود که ریز ترک ها ایجاد شده و بلغزند [8]. گسیختگی نهائی، با رشد ترک و بر هم کنش ترک ها دنبال می شود تا ترک کلمبی ایجاد شود. زاویه امتداد این ترک با امتداد تنش فشاری اصلی حداکثر، θ_0 ، تنها به زاویه اصطکاک بستگی دارد و از رابطه $\theta_0 = 45^\circ - 0.5^\circ \tan^{-1} \mu$ محاسبه می شود [9]. که μ ضریب اصطکاک است. طبق مقادیر استخراج شده آزمایشگاهی μ که بین 0.5 تا 0.9 تغییر می کند [10]، $\theta_0 = 24^\circ - 32^\circ$ را میدهد، و عموماً با مشاهدات