

# تحلیل عددی عملیات شکست هیدرولیکی در چاههای مایل

مجید رضا آیت الهی

محمد حسن پورکاویان

تهران، نارمک، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی مکانیک، آزمایشگاه خستگی و شکست [pourkavian@mecheng.iust.ac.ir](mailto:pourkavian@mecheng.iust.ac.ir)

## خلاصه مقاله

در طی دهه های گذشته، مطالعات زیادی در زمینه شکست هیدرولیکی انجام شده است. این تکنیک اساساً برای افزایش محصول دهی چاههای نفت و گاز مورد استفاده قرار می گیرد. از آنجاییکه عملیات شکست هیدرولیکی یک فرآیند رشد ترک در دیواره چاه است، معمولاً از دیدگاه مکانیک شکست سنگ مورد بررسی قرار می گیرد. ضرایب شدت تنش، اصلی ترین پارامترها برای تحلیل رفتار رشد ترک هستند. بدین ترتیب، در این مقاله پارامترهای شکست مربوط به یک ترک نیم دایره ای که در دیواره یک چاه ایجاد شده است، به وسیله یک تحلیل سه بعدی المان محدود در نرم افزار ABAQUS، مورد توجه قرار گرفته است. از آنجاییکه در بسیاری از موارد، چاههای نفت و گاز به صورت مایل ایجاد می شوند، در مدل های تحلیل شده، تأثیر زاویه چاه بر پارامترهای مختلفی نظیر ضریب شدت تنش مود I، فشار سیال مورد نیاز برای آغاز رشد ترک و پایداری مسیر رشد مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصله نشان می دهد که با افزایش زاویه چاه و نزدیک شدن به حالت افقی، شکست با فشار سیال کمتری آغاز و در مسیر پایدارتری رشد می کند.

## ABSTRACT

During the past decades, many research studies have been conducted in the field of hydraulic fracturing. This technique is basically used for increasing the productivity of oil and gas wellbores. Since the hydraulic fracturing is essentially a process of crack growth in the wellbores and the reservoirs formations, it is preferred to investigate this method using concepts of the rock fracture mechanics. The stress intensity factors are the main parameters for describing the crack growth behavior. Thus, in this paper the fracture parameters of a semi-circular crack induced due to perforation in the wall of an oil well are determined by means of a 3D finite element analysis in the ABAQUS code. Since the inclined wells are developed in many cases, in the analyzed models, the influence of angle of well on various parameters such as the mode I component of stress intensity factor, pumping pressure needed for initiation of crack growth and stability of fracture trajectory are investigated. The results shown that by increasing the angle of well, fracture initiation occurs in lower pumping pressure and more stable fracture trajectory.

کلمات کلیدی: مکانیک شکست، شکست هیدرولیکی، روش اجزاء محدود، تنش های برجا، ضرایب شدت تنش

## مقدمه

بهینه از این مخازن، لازم است که عملیات اضافی روی این نوع مخازن صورت گیرد. این عملیات اضافی، افزایش بازده چاه را در پی دارد. روشهای گوناگونی برای افزایش بازده چاههای نفت و گاز با نفوذپذیری پایین وجود دارد که روشهای تزریق گاز، روشهای شیمیایی، روشهای حرارتی و ... از آن جمله اند.

بسیاری از مخازن نفت و گاز با نفوذپذیری بالا در نقاط مختلف جهان، در حال تمام شدن هستند. از این رو، تأمین مواد خام اولیه مورد نیاز برای مصارف گوناگون صنعتی، بعضاً از مخازن با نفوذپذیری پایین صورت می گیرد. جهت بهره برداری