



دومین کنفرانس مدیریت شهری، شهرسازی و معماری

با رویکرد اقتصاد و عمران شهری

۲۵ تیر ماه ۱۳۹۹ | دانشگاه سراسری تبریز

گواهینامه پذیرش، چاپ و ارائه مقاله

سرکار خانم / جناب آقای علی قاسم پور، غلام رضا لشکری پور، محمد غفوری

بدینوسیله گواهی می گردد مقاله جنابعالی تحت عنوان:

تخمین شکنندگی برخی سگ های آذرین معدن سگ آهن سگان خواف با استفاده از سخی واجهشی اشمیت و مقاومت بار نقطه ای

با توجه به نظر کمیته داوری دومین کنفرانس مدیریت شهری، شهرسازی و معماری با رویکرد اقتصاد و عمران شهری جهت ارائه شفاهی و چاپ در مجموعه مقالات کنفرانس مورد پذیرش قرار گرفته و در این کنفرانس که در تاریخ ۲۵ تیرماه ۱۳۹۹ در دانشگاه تبریز با مجوز وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و پایگاه استنادی علوم جهان اسلام برگزار شد ارائه گردیده است. موفقیت روزافزون شما را در عرصه های دانش و پژوهش از درگاه احدیت مسئلت می نمایم.

Certificate Verification Code: PP-BB1G

www.nccau.ir/verify



شماره مجوز نمایی در پایگاه استنادی علوم جهان اسلام A. ۹۶۱-۹۸۱۹۱



www.nccau.ir

دکتر عارف منادی

دبیر علمی کنفرانس





تخمین شکنندگی برخی سنگ های آذرین معدن سنگ آهن سنگان خواف با استفاده از سختی واجهشی اشمیت و مقاومت بار نقطه ای

علی قاسم پور^۱، غلام رضا لشکری پور^{۲*}، محمد غفوری^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

ghasempouramirarsalan7522@gmail.com

۲. استاد، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران lashkaripour@um.ac.ir

۳. استاد، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران ghafoori@um.ac.ir

* مسئول مکاتبات

چکیده:

استفاده از چکش اشمیت و مقاومت بار نقطه ای برای تخمین شکنندگی سنگ ها راهکار مناسب و کم هزینه می باشد. یکی از مهمترین خصوصیات مکانیکی سنگ ها شکنندگی می باشد. شکنندگی تابعی از مقاومت سنگ است که نشان دهنده استحکام سنگ در مقابل تغییر شکل در محدوده الاستیک می باشد. در این پژوهش ابتدا با استفاده از مقاومت فشاری تک محوره و مقاومت کششی برزیلین شاخص های شکنندگی ۱۹ سنگ آذرین (۷ داسیت، ۸ گرانیت و ۴ گرانودیوریت) تعیین گردید. داده های حاصل از آنالیزهای رگرسیون دو متغیره بین شاخص های شکنندگی و چکش اشمیت و مقاومت بار نقطه ای نشان می دهد که شاخص شکنندگی B3 دارای همبستگی نسبتاً قوی با مقاومت بار نقطه ای و همبستگی متوسطی با چکش واجهشی اشمیت دارد و دیگر شاخص ها همبستگی قابل قبولی با مقاومت بار نقطه ای و چکش واجهشی اشمیت ندارند و نمونه های که دارای مقاومت تک محوری و مقاومت کششی بالاتری باشند دارای شکنندگی بالاتر هستند.

کلمات کلیدی: سختی واجهشی اشمیت، مقاومت بار نقطه ای، شکنندگی، سنگ آذرین



۱- مقدمه

یکی از مهمترین خصوصیات مکانیکی سنگها شکنندگی می باشد. شکنندگی تابعی از مقاومت سنگ است که نشان دهنده استحکام سنگ در مقابل تغییر شکل در محدوده الاستیک می باشد که برای ارزیابی پایداری تونل ها، مغارها، فضاهای زیرزمینی و استخراج سنگ های تزئینی معادن از اهمیت بسزایی برخوردار است [1]. از دهه ۱۹۴۰ تاکنون محققین مختلف تعاریف متفاوتی برای شکنندگی به کار برده اند، از جمله این تعاریف می توان به Morley [2] و Hetenyi [3] که شکنندگی را نبود تورق در سنگ دانسته اند و همچنین [4] که شکنندگی را شکسته شدن چسبندگی داخلی سنگ تعریف کرد اشاره نمود. شاخص شکنندگی به عنوان تابعی از مقاومت فشاری تک محوری به مقاومت کششی برزیلین محاسبه می شود [1]. انجام آزمایشات مقاومت فشاری تک محوری و مقاومت کششی برزیلی نیازمند صرف هزینه و زمان زیادی می باشد که برای پروژه های کوچک از نظر اقتصادی به صرفه نیست، از این رو استفاده از آزمایشات ساده نظیر چکش اشمیت و مقاومت بار نقطه ای برای برآورد سریع و کم هزینه مقاومت سنگ بکر و سطح درزه توده سنگ متداول است.

از مهم ترین روشها برای تعیین غیر مستقیم شکنندگی می توان به شاخص های شکنندگی روابط (۱، ۲ و ۳) اشاره کرد که توسط محققین مختلف ارائه شده اند و بر اساس روابط زیر بدست می آیند:

تعیین شکنندگی سنگ با استفاده از نسبت مقاومت فشاری تک محوری به مقاومت کششی سنگ

$$B_1 = \frac{\sigma_c}{\sigma_t} \quad (1) \quad [5]$$

تعیین شکنندگی با استفاده از تفاضل مقاومت فشاری تک محوری و مقاومت کششی سنگ به مجمع مقاومت فشاری تک محوره به مقاومت کششی سنگ

$$B_2 = \frac{\sigma_c - \sigma_t}{\sigma_c + \sigma_t} \quad (2) \quad [5]$$

تعیین شکنندگی با استفاده از حاصلضرب مقاومت فشاری تک محوره و مقاومت کششی تقسیم بر ۲

$$B_3 = \frac{\sigma_c \times \sigma_t}{2} \quad (3) \quad [6]$$

در روابط بالا B شکنندگی، σ_c مقاومت فشاری تک محوره و σ_t مقاومت کششی برزیلی سنگ که بر حسب مگاپاسکال می باشند.

۲- مواد و روش کار:

برای انجام پژوهش حاضر، طی بازدید از معدن سنگ آهن سنگان خواف، مغزه های از ۱۹ نمونه سنگ آذرین تهیه شد و به آزمایشگاه زمین شناسی مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد منتقل شدند. سپس توسط دستگاه های برش و ساب به ابعاد استاندارد برای انجام آزمایش هایی پیش بینی شده درآمدند. بر اساس استاندارد انجمن بین المللی مکانیک سنگ (ISRM) آزمایش های مقاومت فشاری تک محوری و مقاومت کششی برزیلین، مقاومت بار نقطه ای و چکش اشمیت انجام شد. شاخص های شکنندگی سنگ ها B_1 ، B_2 و B_3 بر اساس نسبت های از مقاومت فشاری تک محوره و مقاومت کششی برزیلین تعیین شدند. با استفاده از نرم افزار اکسل، روابط بین شاخص های شکنندگی و مقاومت بار نقطه ای و چکش اشمیت با استفاده از رگرسیون ساده بررسی و ضرایب تعیین بین آنها تعیین شد و با توجه به این آنالیزها نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.



۳- تعیین خصوصیات ژئومکانیکی و شاخصهای شکنندگی

۳-۱- مقاومت فشاری تک محوره

مقاومت فشاری تک محوره سنگ (UCS) یکی از پر اهمیت ترین خصوصیات مکانیکی در سنگ است. مقاومت فشاری تک محوره از اهمیت ویژه ای در مهندسی ژئوتکنیک، عمران، معدن، پروژه های زیرزمینی، طبقه بندی توده سنگ و غیره برخوردار است [7]. به طور کلی از عوامل مؤثر بر مقاومت فشاری تک محوری سنگ ها می توان به عوامل داخلی و خارجی اشاره نمود. عوامل داخلی عواملی هستند که بستگی به خصوصیات ذاتی سنگ دارند و شامل ترکیب کانی شناسی، چگالی، تخلخل، ابعاد و شکل دانه ها و ناهمسانگردی سنگ است. عوامل خارجی بستگی به روش انجام آزمایش، شرایط محیطی و شخص آزمایش کننده دارد. عواملی چون ابعاد نمونه، شکل هندسی نمونه، نسبت ارتفاع به قطر، اصطکاک بین صفحات بارگذاری دستگاه و نمونه، سرعت بارگذاری، نحوه اتصال نمونه به دستگاه آزمایش، رطوبت نمونه و درجه حرارت از عوامل خارجی هستند که بر نتایج آزمایش مقاومت فشاری تک محوری تأثیرگذار هستند. برای تعیین مقاومت فشاری تک محوری، نمونه هایی با نسبت طول به قطر 2 تا ۲,۵ تهیه شدند. سپس نمونه ها تحت شرایط بارگذاری تک محوری با سرعت ثابت (تنش ثابت) قرار گرفتند. نتایج آزمایش مقاومت فشاری تک محوری در جدول (۱) ارائه شده است.

۳-۲- مقاومت کششی برزیلین

مقاومت کششی مواد سنگی معمولاً به عنوان حداکثر تنش کششی تعریف می شود که به ماده قادر است تحمل کند تا به مرحله گسیختگی برسد [8]. مقاومت کششی یکی از پارامترهای مهم مکانیکی توده سنگ به هنگام طراحی و ساخت سازه های مهندسی در سنگ می باشد. این پارامتر نقش حیاتی در پایداری سقف معادن زیر زمینی و گالری ها، پایداری شیب های سنگی، قابلیت حفاری و نیز طراحی انفجار در سنگ را ایفا می نماید [9]. برای انجام این آزمایش ۳ نمونه از هر سنگ با نسبت طول به قطر 0/5 تا ۰,۷۵ تهیه و مورد آزمایش قرار گرفتند. مقدار میانگین نتایج این آزمایش در جدول (۱) ارائه شده است.

۳-۳- مقاومت بار نقطه ای

شاخص بار نقطه ای به دلیل سهولت در آزمایش، سادگی تهیه نمونه، کم هزینه بودن، استفاده از آن در آزمایشگاه و صحرا اغلب به عنوان یک اندازه گیری غیر مستقیم برای بدست آوردن مقاومت فشاری یا کششی سنگ گزارش شده است. برای انجام آزمایش مقاومت بار نقطه ای ۵ نمونه از هر سنگ در حالت محوری با نسبت طول به قطر ۰/۳ مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج بدست آمده از آزمایش مقاومت بار نقطه ای برای قطر ۵۰ میلیمتر تصحیح شد و به صورت IS(50) در جدول (۱) ارائه شده اند.

۳-۴- سختی واجهشی اشमित

سختی واجهشی چکش اشमित (SHR) بیش از نیم قرن است که به طور گسترده در مکانیک سنگ استفاده می شود. به دلیل قابل حمل بودن، سادگی، سرعت اندازه گیری و غیرمخرب بودن به طور چشمگیری در سطح جهان در حال به کارگیری است [10]. عوامل مختلفی که بر نتایج سختی واجهشی اشमित اثرگذار هستند ابعاد نمونه آزمایش شده، زبری سطح، هوازدگی، محتوای رطوبت، نوع چکش اشमित و روش اندازه گیری می باشد. در این آزمایش بر روی هر مغزه حفاری ۳۰ برداشت انجام شد و ۱۰ برداشت با کمترین مقدار حذف گردید و از بقیه داده ها میانگین گرفته شد.

۴-۴- شاخص شکنندگی



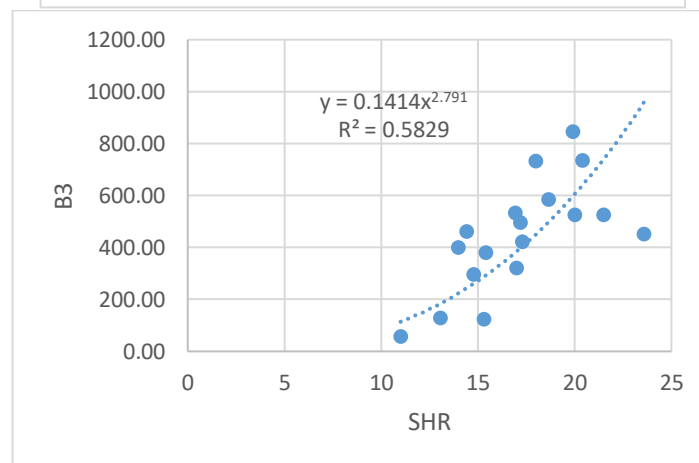
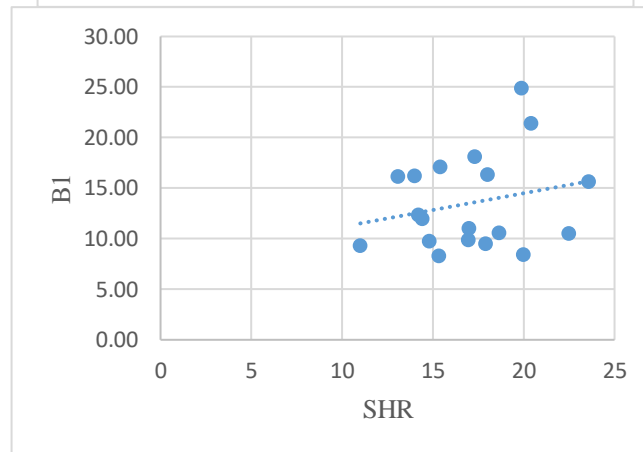
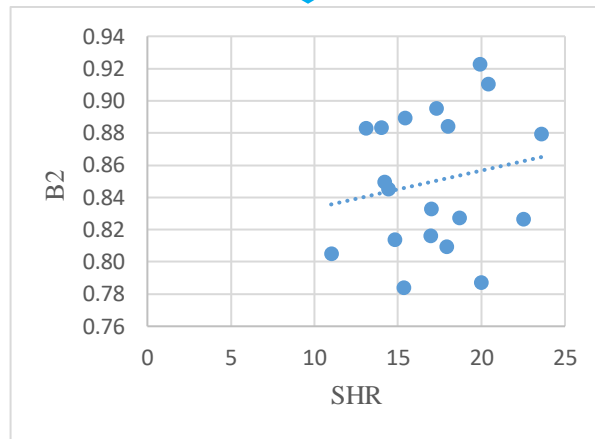
برای تعیین شاخص های شکنندگی نمونه های سنگ آذرین از روابط ۱ تا ۳ استفاده شده است. این شاخص ها بر اساس نسبتی از مقاومت فشاری تک محوره و مقاومت کششی برزیلین تعیین می شوند. در جدول (۱) شاخص های شکنندگی نمونه ها ارائه شده اند.

جدول ۱: نتایج تعیین خصوصیات ژئومکانیکی نمونه سنگ های آذرین مورد مطالعه

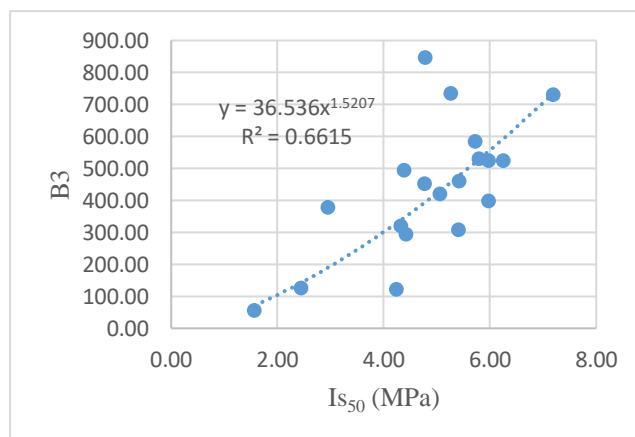
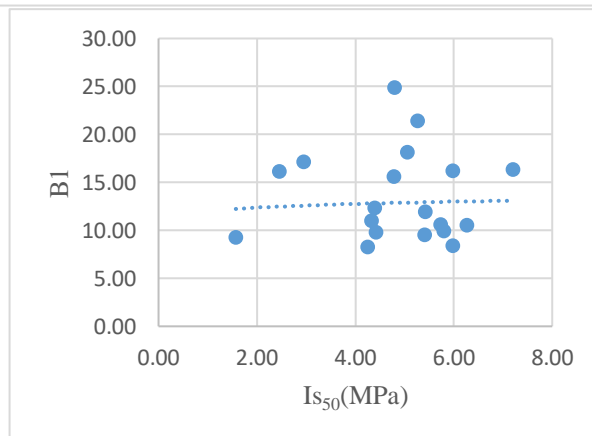
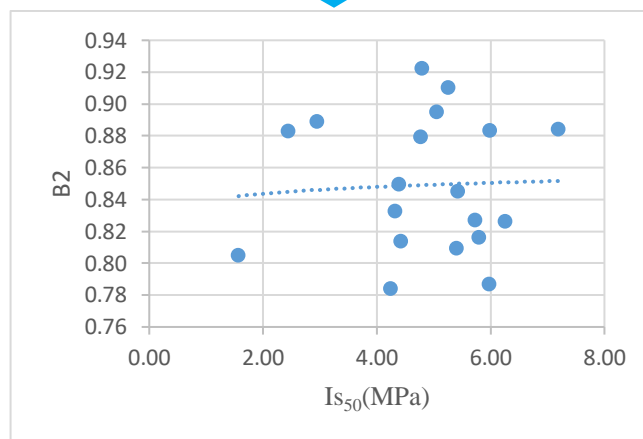
نام سنگ	مقاومت فشاری تک محوره (MPa)	مقاومت کششی برزیلین (MPa)	مقاومت بار نقطه ای (MPa)	سختی واجهشی اشمیت	شاخص شکنندگی B1	شاخص شکنندگی B2	شاخص شکنندگی B3
گرانیت ۱	۷۶/۶۷	۸/۰۷	۵/۴۰	۱۷/۹	۹/۵۰	۰/۸۱	۳۰۹/۴۴
گرانیت ۲	۱۲۳/۵۵	۶/۸۲	۵/۰۵	۱۷/۳	۱۸/۱۱	۰/۹۰	۴۲۱/۴۲
گرانیت ۳	۸۳/۸۴	۷/۶۴	۴/۳۲	۱۷	۱۰/۹۸	۰/۸۳	۳۲۰/۱۴
گرانیت ۴	۱۱۸/۷۶	۷/۶۱	۴/۷۷	۲۳/۶	۱۵/۶۰	۰/۸۸	۴۵۲/۱۳
گرانیت ۵	۷۵/۸۶	۷/۷۸	۴/۴۲	۱۴/۸	۹/۷۵	۰/۸۱	۲۹۵
گرانیت ۶	۱۱۳/۷۹	۶/۶۶	۲/۹۵	۱۵/۴۷	۱۷/۰۹	۰/۸۹	۳۷۸/۸۹
گرانیت ۷	۱۰۴/۷۹	۸/۷۹	۵/۴۲	۱۴/۴۲	۱۱/۹۳	۰/۸۵	۴۶۰/۴۰
گرانیت ۸	۳۲/۵۴	۳/۵۱	۱/۵۷	۱۱	۹/۲۶	۰/۸۱	۵۷/۱۸
گرانودیوریت ۱	۱۰۲/۵۹	۱۰/۳۷	۵/۸۰	۱۶/۹۴	۹/۸۹	۰/۸۲	۵۳۲/۰۴
گرانودیوریت ۲	۱۵۴/۴۳	۹/۴۸	۷/۱۹	۱۸	۱۶/۳۰	۰/۸۸	۷۳۱/۶۴
گرانودیوریت ۳	۱۱۰/۳۱	۸/۹۷	۴/۳۹	۱۷/۲	۱۲/۳۰	۰/۸۵	۴۹۴/۴۹
گرانودیوریت ۴	۱۰۵/۰۸	۹/۹۹	۶/۲۶	۲۱/۵	۱۰/۵۲	۰/۸۳	۵۲۴/۷۰
داسیت ۱	۴۵/۲۳	۵/۴۷	۴/۲۴	۱۵/۳۳	۸/۲۷	۰/۷۸	۱۲۳/۷۰
داسیت ۲	۱۱۳/۶۲	۷/۰۲	۵/۹۸	۱۴	۱۶/۱۹	۰/۸۸	۳۹۸/۷۴
داسیت ۳	۲۰۵/۱۹	۸/۲۵	۴/۷۹	۱۹/۹	۲۴/۸۷	۰/۹۲	۸۴۶/۵۸
داسیت ۴	۱۱۱/۳۰	۱۰/۵۱	۵/۷۳	۱۸/۶۶	۱۰/۵۹	۰/۸۳	۵۸۵/۱۱
داسیت ۵	۶۴/۰۵	۳/۹۸	۲/۴۵	۱۳/۰۸	۱۶/۱۰	۰/۸۸	۱۲۷/۳۷
داسیت ۶	۹۳/۸۹	۱۱/۱۷	۵/۹۸	۲۰	۸/۴۰	۰/۷۹	۵۲۴/۵۸
داسیت ۷	۱۷۷/۲۱	۸/۲۹	۵/۲۶	۲۰/۴	۲۱/۳۸	۰/۹۱	۷۳۴/۵۳

۴- بحث و نتایج

داده های حاصل از مطالعات آزمایشگاهی و صحرایی به دست آمده به منظور مطالعه روابط بین شاخص های شکنندگی با مقاومت بار نقطه ای و عدد واجهش چکش اشمیت مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از تحلیل رگرسیونی، بهترین برازش بین داده های حاصل از شاخص های شکنندگی با مقاومت بار نقطه ای و عدد واجهش چکش اشمیت در شکل های (۱ و ۲) حاصل شد.



شکل ۱: ارتباط بین عدد واجهشی چکش اشمیت و شاخص های شکنندگی



شکل ۲: ارتباط بین مقاومت بار نقطه ای و شاخص های شکنندگی

۵- نتیجه گیری

در این پژوهش رابطه شاخص های شکنندگی ۱۹ سنگ های آذرین شامل ۷ داسیت، ۸ گرانیت و ۴ گرانودیوریت با بار نقطه ای و چکش واجهشی اشمیت پرداخته شد نتایج نشان داد که شاخص شکنندگی B3 دارای همبستگی مناسبی با مقاومت بار نقطه ای و همبستگی متوسطی با چکش واجهشی اشمیت دارد و دیگر شاخص ها همبستگی قابل قبولی با مقاومت بار نقطه ای



و چکش واجهشی اشمیت ندارند و نمونه های که دارای مقاومت تک محوری و مقاومت کششی بالاتری باشند دارای شکنندگی بالاتر هستند.

تقدیر و تشکر:

بدین وسیله از مجتمع سنگ آهن سنگان خواف به جهت در اختیار گذاشتن نمونه های مغزه سنگی مورد آزمایش تشکر و قدردانی می گردد.

۶- منابع

- [1] Altindag R. Assessment of some brittleness indexes in rock-drilling efficiency. Rock Mechanics and Rock Engineering: 43(3): 361– 370, 2010.
- [2] Morley A. Strength of materials. Longman. Green, London: p.35, 1944.
- [3] Hetenyi ML. Handbook of experimental stress analysis. John Wiley, New York: p.15, 1966.
- [4] Ramsey JG. Folding and Fracturing of Rocks. McGraw-Hill Book Company, p. 568, 1967.
- [5] Hucka V, Das, B. Brittleness determination of rocks by different methods. International Journal of Rock Mechanics: 11(10): 389-392, 1974.
- [6] Altindag R. The evaluation of rock brittleness concept on rotary blast hold drills. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy: 102: 61-66, 2002.
- [7] ISRM. Rock characterization testing and monitoring. ISRM suggested methods. International Journal of Rock Mechanics: 18 (6): 1981.
- [8] Brisevac Z, Kujundzic T, Cajic S. Current Cognition of Rock Tensile Strength Testing by Brazilian Test. Rudarsko-geolosko-naftni Zbornik: 30 (2):101-114, 2015.
- [9] Coviello, A, Lagioia R, Nova R. On the measurement of the tensile strength of soft rocks. Rock Mechanics and Rock Engineering, 38 (4): 251–273, 2005.

[10] ترابی، ر.، جوانشیر، م. اعتبار استفاده از چکش اشمیت در آزمایش های برجا و آزمایشگاهی برای تعیین مقاومت سنگ و ارزیابی پایداری سقف در کارگاه های استخراج زغال سنگ، دومین همایش معدن و علوم وابسته، ۱۳۸۵.