

افزایش ایمنی و راندمان اقتصادی با تولید انرژی از سوخت متان حاصل از عملیات گازکشی معدن زغالسنگ طبس

عادل طاهری^۱، فرهنگ سرشکی^۲

دانشگاه صنعتی شاهرود

Adel_Taheri@Shahroodut.ac.ir

چکیده

گازکشی متان از معادن زغال سنگ عملیاتی است که در بسیاری از معادن زغال سنگ دنیا هم اکنون در حال انجام می باشد و در این خصوص گاز متان تولید شده در لایه های زغال سنگ با استفاده از تکنیکهای خاص جمع آوری شده و بوسیله لوله هایی به خارج از معدن منتقل می گردد. گاز استحصال شده با توجه به عیار و مقدار، جهت مصرف در سایت معدن (کوره های خشک کن زغال، گرمایش، برق مصرفی و ...) و فروش گاز به خطوط لوله سراسری و ایجاد نیروگاههای تولید برق در منطقه معدن استفاده می شود. بررسی ها نشان داده با اجرای طرح گازکشی متان از معدن زغالسنگ طبس که بیشترین حجم ذخیره زغال در ایران را دارا بوده، سالانه مقدار ۱۰/۸ میلیون متر مکعب گاز استحصال می شود. علاوه بر تولید حجم عظیمی از گاز متان به عنوان سوخت، این عملیات به حل مسائل اجتماعی (مرگ و میر حاصل از خفگی و انفجار گاز)، ایمنی و زیست محیطی (تولید گاز گلخانه ای) کمک شایانی می نماید.

واژه های کلیدی: ایمنی - سوخت متان - گازکشی متان - معدن زغال سنگ طبس

۱- مقدمه

زه کشی متان که گازکشی زغال سنگ نامیده می شود به عمل انتقال و بیرون کشیدن گاز موجود در لایه های زغال سنگ و لایه های متصل به آن از طریق چاه، گمانه و خطوط لوله گفته می شود. گاز متان موجود در لایه های زغال سنگ (CBM) منبع انرژی کم کربن و تمیزی است که به عنوان سوخت برای مصارف مسکونی از طریق خطوط لوله سراسری گاز، صنعتی و تجاری مانند کوره های ذوب فلز، خشک کن زغال، کارخانه های تولید کود صنعتی موتورهای احتراق داخلی جهت تولید الکتریسیته و همچنین سوخت وسایل نقلیه به کار می رود [۱]. گاز کشی سبب بازیابی گاز متان موجود در لایه های زغال سنگی می گردد. این روش خطرات ناشی از معدنکاری زیرزمینی زغال سنگ و هزینه های تهویه هوای معدن را کاهش داده و اثرات مخرب زیست محیطی استخراج زغال سنگ مانند انتشار گازهای گلخانه ای، آلودگی آبهای سطحی و غیره را از بین می برد. بر پایه ی تحقیقات انجام شده گاز متان از نظر زیست محیطی ۲۰ برابر نسبت به گاز دی اکسید کربن خطرناکتر بوده و انتشار آن به محیط باعث ایجاد لطمه های جبران ناپذیری به لایه ازن می گردد. [۲]

تحقیقات نشان می دهد ۱ کیلوگرم زغال بین ۲۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰۰ متر مربع سطح دارد [۳] که این سطح می تواند تا ۲۵ متر مکعب بر تن گاز جذب کند. [۴] مقدار گاز در زغال بستگی به ساختار خلل و فرج، نفوذپذیری، رطوبت و دمای آن

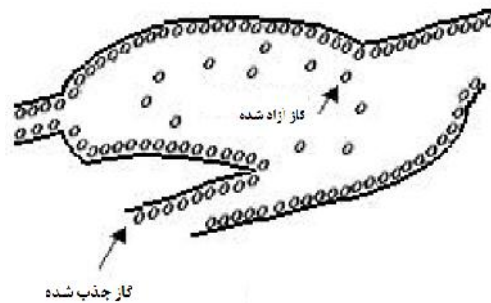
- دانشجوی دکترای استخراج معدن - دانشگاه صنعتی شاهرود

۲- دانشیار دانشکده معدن، ژئوفیزیک و نفت دانشگاه صنعتی شاهرود

³ - Gas Drainage

⁴ - Coal Bed Methane

دارد و در صورتی که فشار به آن وارد آید از آن خارج می شود. مکانیزم نگهداری گاز در درون زغال به صورت جذب سطحی است و بستگی زیاد به خلل و فرج میکروسکوپی دارد زیرا حدود ۸۵٪ از خلل و فرج به این صورت می باشند. (شکل ۱) وقتی در حین معدنکاری فشار بر روی لایه کم شود گازهای جذب شده بر روی لایه از قسمتی که فشار بیشتر است به قسمتی که فشار کمتر است مهاجرت میکنند تا زمانی که فشار به تعادل برسد. می توان با کنترل کردن فشار در درون لایه، گازها را به محل مورد نظر هدایت کرد. [۵] تاکنون در تمامی معادن زغال سنگ ایران، گاز متان انتشار یافته از لایه های زغال جهت جلوگیری از وقوع انفجار بوسیله تهویه به خارج معدن منتقل شده و در فضای آزاد پخش می گردید. اما با تلاشهایی که در کشورهای استرالیا، چین، کانادا، آمریکا و ... انجام گرفته عموماً این گاز استحصال شده و به عنوان سوخت به مصرف می رسد.



شکل ۱- طرز قرارگیری گاز در لایه های زغالی [۵]

روشهای متعددی جهت گازکشی متان از لایه زغالی وجود دارد که این روشها بر طبق زمین شناسی و شکل لایه زغالی متفاوت می باشد. از روشهای مهمی که جهت گازکشی استفاده می شود می توان به روش حفاری عمودی قبل از معدنکاری^۵، روش حفاری افقی همراه معدنکاری^۶، روش حفاری و گازکشی از منطقه تخریب^۷ و حفاری مورب از درون تونلهای دسترسی معدن^۸ نام برد.

۲- معدن زغالسنگ طبس

ناحیه پروده طبس با وسعتی در حدود ۱۲۰۰ کیلومتر مربع در ۷۵ کیلومتری جنوب شهرستان طبس و در شمال شرق ایران قرار گرفته است (شکل ۲). بررسی مناطق زغال دار طبس برای اولین بار در سال ۱۹۶۸ توسط اکیپ اعزامی از واحد زغالسنگ کرمان آغاز شد. به دنبال آن در سال ۱۹۷۰ کارشناسان روسی شرکت ذوب آهن ایران به منظور تعیین کیفیت، از لایه های زغالسنگ ناحیه نایبند نمونه برداری کردند. در سالهای ۱۹۷۳ و ۱۹۷۴ به منظور مطالعات جامع تر گروه هایی از کارشناسان روسی و ایرانی به مناطق زغال دار اعزام گردیدند و در ارتباط با زغال خیزی و زمین شناسی و کیفیت لایه های زغال سنگ مطالعاتی را انجام دادند. بر اساس مطالعات یاد شده حدود گسترش رسوبات زغال دار ایران در حوزه زغال دار طبس مشخص گردید و وجود زغال سنگ کک شو در نواحی شرق حوزه (پروده و نایبند) و زغالسنگ حرارتی در ناحیه غربی مورد توجه قرار گرفت. [۶]

5-Vertical Well
6 -Horizontal Well
7 -Gob Well
8 -Cross Measure Borhole



شکل ۲- موقعیت معدن زغال سنگ طبس [۶]

بیشتر مطالعات مربوط به گازخیزی در منطقه طبس بر روی پروده ۱ صورت پذیرفته است. به منظور تعیین گازخیزی منطقه پروده آزمایشهای تعیین میزان گاز در لایه های زغالسنگ پروده ۱ و سنگهای در برگزیده آن انجام شده است. این آزمایش ها نشان می دهند که میزان این گاز تا عمق ۲۵۰ الی ۳۰۰ متر به شدت افزایش یافته و تا حد ۱۹ مترمکعب در تن نیز رسیده است که از نظر درجه بندی در محدوده معادن ماورا الدرجه طبقه بندی می شود. [۷]

با توجه به میزان گازخیزی لایه های زغالی در حوزه زغالی طبس ، این نتیجه حاصل شد که به ترتیب روش های حفاری حفر گمانه افقی در داخل لایه، گمانه های قائم در منطقه تخریب ، راندن لوله به داخل منطقه تخریب ، گمانه با آرایش تقاطعی و گمانه قائم پیش از معدن کاری در این حوزه زغالی مناسب است. همچنین میزان گازخیزی متوسط لایه ها در این معدن ۱۸ مترمکعب برآورد می شود.

۳- استحصال گاز متان از معدن زغال طبس

جهت بررسی و تحلیل میزان گاز کشی ، هزینه ها و درآمد ناشی از مصرف گاز استحصال شده نیاز به پارامترهای زیر می باشد: [۸]

- مقدار انتشار گاز متان
- مقدار تولید زغال
- تجهیزات لازم برای سیستم گازکشی
- میزان برق لازم در معدن
- عمر معدن

با توجه به میزان گاز جمع شده در هر متر مکعب زغال معدن و میزان استخراج زغال و براساس محاسبات انجام گرفته می توان بیان نمود که سالانه حدود ۲۷ میلیون متر مکعب گاز متان در این معدن تولید می شود. (جدول ۱)

حال اگر با استفاده از روشهای معمول گازکشی که در دیگر کشورها استفاده می شود نسبت به عملیات استحصال اقدام گردد می توان حدود ۱۰/۸ میلیون مترمکعب از این گاز را جمع آوری و به مصرف رساند. البته قابل ذکر است که در کشورهای پیشرفته مابقی گاز منتشر شده نیز جمع آوری و استفاده می گردد.

جدول ۱- مشخصات و پارامترهای مورد نیاز گازکشی معدن زغال طبس

ردیف	عنوان	معدن زغال طبس	ردیف	عنوان	معدن زغال طبس
۱	روش معدنکاری	جبهه کار بلند و اتاق و پایه	۱۱	مسافت تا خط لوله گاز سراسری	۵۰ کیلومتر
۲	عمر معدن	۲۵ سال	۱۲	قیمت گاز در سر معدن	۳/۷ سنت بر متر مکعب
۳	تولید سالانه زغال	۱/۵ میلیون تن	۱۳	قیمت برق در معدن	۲/۱ سنت بر کیلووات ساعت
۴	انتشار گاز	۱۸ متر مکعب بر تن	۱۴	هزینه تجهیزات برق	۱۰ سنت بر کیلووات ساعت
۵	کل انتشار گاز (سالانه)	۲۷ میلیون متر مکعب	۱۵	وجود کارخانجات محلی با مصرف متان	خیر
۶	تخلیه گاز توسط تهویه (سالانه)	۱۶/۲ میلیون متر مکعب	۱۶	قیمت فروش گاز به کارخانجات محلی	---
۷	گازکشی (سالانه)	۱۰/۸ میلیون متر مکعب	۱۷	فاصله تا کارخانجات محلی	---
۸	روش گازکشی	چالهای Gob چالهای افقی	۱۸	مقدار تقاضای گاز کارخانجات محلی (سالانه)	---
۹	بازیابی سیستم گازکشی	۴۰٪	۱۹	خشک کن زغال در سایت معدن	خیر
۱۰	گاز با عیار بالای ۹۵٪	۳۰٪	۲۰	هزینه جاری اضافه برای زغال	---

پس از انجام محاسبات می توان مقدار درآمد و هزینه های جاری را برای هر یک از پروژه های مصرف سوخت متان بازیابی شده بصورت جدول ۲ نشان داد.

جدول ۲- مقدار درآمد، سرمایه اولیه و هزینه جاری گازکشی متان

نوع پروژه	مقدار درآمد (دلار در سال)	سرمایه اولیه (دلار)	هزینه جاری (دلار در سال)
لوله کشی و فروش گاز توسط خطوط لوله سراسری	۳۹۹۶۰۰	۲۵۵۳۰۰۰	۴۷۵۲۵۰
تولید برق	۷۰۷۷۰۰	۲۴۲۷۰۰۰	۴۸۵۰۰۰
سایت معدن	۳۹۹۶۰۰	۲۲۴۷۰۰۰	۳۹۱۲۵۰

۴- افزایش ایمنی در معدنکاری و تولید سوخت

همانطوری که ذکر گردید زغالسنگ به طور طبیعی دارای ذخایر عظیمی از گاز متان می باشد که در هنگام استخراج زغال ، این گاز بوسیله تهویه معدن در طول مسیر و تونلها منتقل شده و به بیرون معدن هدایت می گردد. اگر در زمان استخراج زغال سنگ ، میزان عیار متان منتشر شده در هوای معدن به ۵ الی ۲۵ درصد رسیده و اکسیژن کافی نیز در هوای معدن وجود داشته باشد ، مخلوط گازی ایجاد شده به شدت منفجره بوده و در صورت بی احتیاطی منجر به انفجار معدن و بروز لطمات جبران ناپذیری می گردد. حال در صورتی که بوسیله گازکشی متان ، گاز محبوس شده درون لایه زغال استحصال و بوسیله لوله های مخصوص به بیرون از معدن منتقل گردد، می توان از ایجاد انفجارهای ناگهانی جلوگیری نموده و همچنین از گاز متان جمع آوری شده به عنوان سوخت برای افزایش راندمان اقتصادی معدن استفاده نمود.

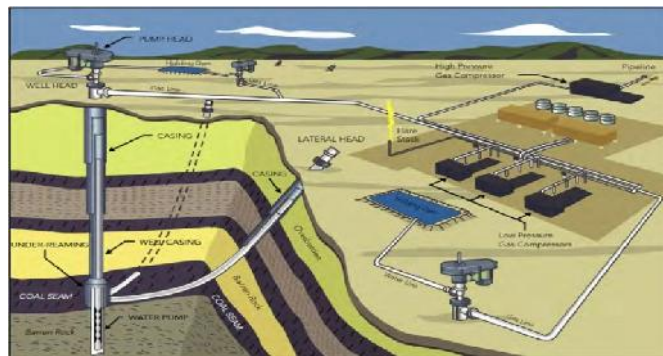
۵- موارد مصرف گاز جمع آوری شده

متان استحصال شده بر اساس مقدار عیار و همچنین کیفیت به دو بخش تقسیم می گردد. عیار بالای ۳۰ درصد و عیار پائین تر از ۳۰ درصد.

در صورتی که متان بدست آمده دارای عیار بالا (بیش از ۳۰ درصد) باشد برای مصارف کوره های ذوب فلز، دیگ بخار، خشک کن زغال، موتورهای احتراق داخلی و توربینهای تولید برق (شکل ۳)، تزریق به لوله های انتقال گاز و خطوط سراسری مصرف (شکل ۴)، سوخت وسایل نقلیه، کارخانه های صنعتی و مواد اولیه جهت تولید کود صنعتی بکار می رود. [۹]



شکل ۳- استفاده از گاز متان جهت تولید برق [۹]



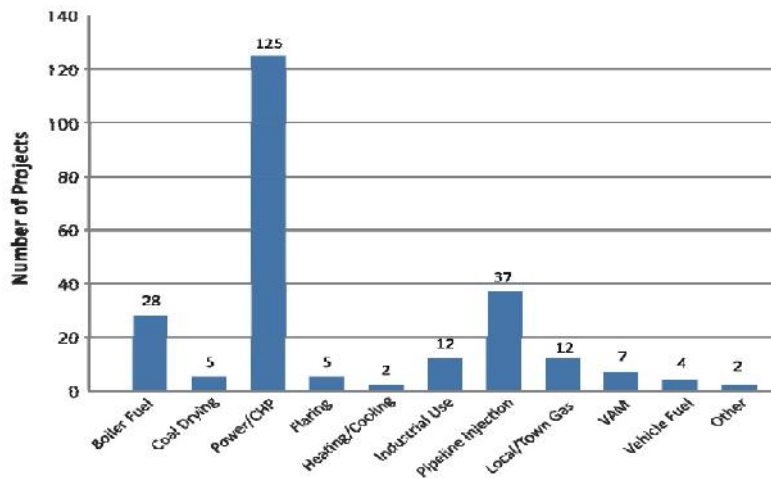
شکل ۴- استفاده از گاز متان جهت ارسال به خطوط سراسری گاز [۹]

در مواردی که مقدار عیار متان گاز استحصال شده کمتر از ۳۰ درصد باشد در صورتی که از کیفیت قابل قبولی برخوردار باشد آن را پرعیار سازی نموده و مقدار آن را به حد قابل مصرف و کم خطر می رسانند. در غیر این صورت این گاز توسط مشعل سوزانده شده تا از انفجار ناگهانی آن و انتشار مستقیم آن به اتمسفر و تخریب لایه ازن جلوگیری گردد. (شکل ۵)



شکل ۵- مشعل جهت سوزاندن گاز متان کم عیار [۱۰]

تاکنون پروژه های بسیاری از گازکشی متان از زغالسنگ در دنیا انجام گردیده و بر اساس موارد مصرفی که این سوخت به عنوان انرژی داشته را می توان بصورت نمودار ۱ نشان داد. با توجه به موارد مصرف و میزان تولید و عیار گاز متان استحصال شده از معدن زغالسنگ طبس را می توان جهت احداث نیروگاه تولید برق و همچنین فروش به لوله سراسری گاز و یا مصرف داخلی معدن استفاده نمود. البته با بررسی فنی و اقتصادی انجام گرفته احداث نیروگاه برق در سایت معدن بهترین گزینه بوده و میزان درآمد ناشی از آن از دیگر موارد مصرفی بالاتر می باشد.



نمودار ۱- تعداد پروژه های گاز کشی متان در دنیا در سال ۲۰۰۹ [۹]

۶- نتیجه گیری و پیشنهادات

- ۱- با توجه به اینکه تا به حال هیچگونه عملیات گازکشی در معادن زغال ایران انجام نگردیده ، اجرای این پروژه در کشور باعث ایجاد زمینه ای جدید در اشتغالزایی و فعال شدن معادن زغال سنگ و همچنین تولید سوخت پاک میگردد.
- ۲- سالانه اخبار ناگواری از انفجار گاز متان معادن زغال و در پی آن کشته شدن تعدادی از کارگران معدن منتشر می گردد. حال با استفاده از گازکشی متان قبل از معدنکاری و خارج نمودن این گاز از هوای تهویه معدن، میزان احتمال انفجار بسیار کاهش می یابد.
- ۳- محاسبات انجام گرفته حاکی از تولید سالانه حدود ۲۷ میلیون مترمکعب گاز متان از معدن زغالسنگ طبس می باشد که این مقدار گاز متان تاکنون بصورت گاز گلخانه ای در فضای آزاد منتشر شده و صدمات جبران ناپذیری به محیط زیست وارد نموده است.
- ۴- با توجه به وقوع چند حادثه به علت تصاعد آنی گاز و انفجار در معدن زغال سنگ طبس و تلفات جانی، انجام این پروژه ، حتی در صورت غیر اقتصادی بودن آن ، باعث کاهش خطرات و تلفات انسانی می گردد.
- ۵- بسیاری از معادن متروکه زغال سنگ ایران هم اکنون منبع مناسبی از گاز متان بوده و قابل استحصال می باشد و می توان از آن به عنوان سوخت رسانی به مناطق شهری و روستایی نزدیک معدن استفاده نمود.



مراجع

- 1- Najafi.M,Mohamadi.H,Aghajani.H, 2012, Pre-Feasibility Study of Coal Bed Methane Drainage in Iran Coal Basins, 1st Iranian Coal Congress.
- 2- EPA,United States Enviromental Protection Agency
www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases/ch4.html
- 3- Jolly , DC. , Morriss , L.H and Hinsley,F.B (1968) An investigation into the relationship engineer, Vol 127, No 94.pp 539-548
- 4- Creedy,D.P, (1991) An introduction to geological aspects of methane occurrence and control in british deep coal mines, Quarterly Journal of Engineering Geology. Vol 24, pp 209-220
- توکلی.م و سرشکی.ف. ، (۱۳۸۵)، گاز زغال و روشهای کاهش آن (گاززدایی) در معدن پروده طبس، پنجمین کنفرانس دانشجویی مهندسی معدن ، ص ۶۶۴-۶۵۳
- گزارش فنی اکتشافات معدن شرکت زغالسنگ طبس، ۱۳۷۵
- مدنی ، حسن ، تهویه در معادن ، جلد اول، چاپ سوم ، تهران ، مرکز نشر دانشگاهی ، ۱۳۸۱
- 8- USEPA(U.S. Environmental Protection Agency). Economic Assessment of the Potential for profitable Utilization of Coal Mine Methane: Case Studies of Three Hypothetical Mines. Office of Air and Radiation (6202J) Washington ,D.C. EPA-430-R-95-006. May 1995
- 9- ECE Energy Series, 2010 , Best Practice Guidance for Effective Methane Drainage and Use in Coal Mines. United Nation Publication, ISBN 978-92-1-117018-4.
- 10- Emerging Issues for Gas Management in Coal Mines, Bruce Robertson ,Anglo Coal Australia Pty Lth, AusIMM Technichal Meeting, Southern Qld Branch 2008