



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

تحلیل عملکردهای تولیدی چال تهویه برای گاز حاصل از زائدات معدن زغال سنگ

جهت کنترل گاز چینه ها در استخراج معدن با جبهه کار بلند

چکیده

استخراج معدن با جبهه کار بلند در چینه های زغال سنگ بر ناحیه بزرگی از روبار به وسیله بدشکلی آن و ایجاد شکستگی های برطرف کننده استرس و نیز شکستگی های صفحه بستر حین پیشرفت جبهه کار معدنکاری تاثیر بدی می گذارد. شکستگی های برطرف کننده استرس و شکستگی های صفحه بستر به عنوان مسیرهای اصلی برای مهاجرت گاز از چینه داری گاز به نواحی در بسته و فعال معدن شناخته شده است. برای اینکه گاز چینه ها نتواند وارد شود و اشباع هم نشود، سیستم تهویه یک معدن، یعنی چال تهویه برای گاز حاصل از زائدات معدن زغال سنگ یا GGV می تواند به عنوان اقدامی جهت کنترل متان بکار گرفته شود. هدف این مقاله تحلیل عملکردهای تولیدی GGVها می باشد که روی یک صفحه جبهه کار بلند حفاری شده اند. این چالهای گمانه زنی برای کنترل صدورات گاز متان از گروه زغال سنگ های Pratt حفاری شده اند که به دلیل شکستگی های برطرف سازی استرس و جداسازی های صفحه بستر به عملیات حفاری جبهه کار بلند در چینه زغال سنگ Mary Lee/Blue Creek در تشکیلات Pottsville بالایی واقع در حوضه Black Warrior آلاباما بوجود آمده است. طی روند مطالعه، خصوصیات مخزن زغال سنگ Pratt با داده های تولیدی حاصل از GGV ترکیب گردیدند. این داده ها با استفاده از تکنیک های تعادل ماده برای تخمین شعاع تاثیرگذاری GGV ها، فشار گاز در محل و فشارهای زغال سنگ، و نیز تغییراتشان طی استخراج معدن آنالیز گردیدند.

نتایج نشان می دهد که GGVهای حفاری شده برای استخراج گاز از منطقه برطرف سازی استرس در حدفاصل زغال سنگ Pratt کاملاً در جابجایی گاز از تشکیلات بالایی Pottsville موثر بوده است. شعاع های تاثیرگذاری GGV به ترتیب ۳۳۰ تا ۳۸۰ متر بوده است و از عرض های صفحات به دلیل شکستگی ها در صفحه بستر و استرس برطرف شده در اثر شکستگی بیشتر می شود. تحلیل های تعادل ماده نشان می دهد که فشار اولیه زغال سنگ های Pratt که حدود ۶۴۸ KPa می باشد هنگامی که استخراج معدن با جبهه کار بلند شروع می شود،

به تقریبا ۱۵۰ KPa در نتیجه شکست چینه ها و تولید گاز رها شده کاهش یافته است. تقریبا ۷۰ درصد گاز اولیه در محل درون ناحیه تاثیرگذاری GGJ طی دوره یک ساله کسب شده است.

کلیدواژه ها: زغال سنگ Pratt، تشکیلات Pottsville بالایی، استخراج معدن با جبهه کار بلند، کنترل متان، چال تهویه برای گاز حاصل از زائادات معدن زغال سنگ، گاز زغال سنگ، تعادل ماده

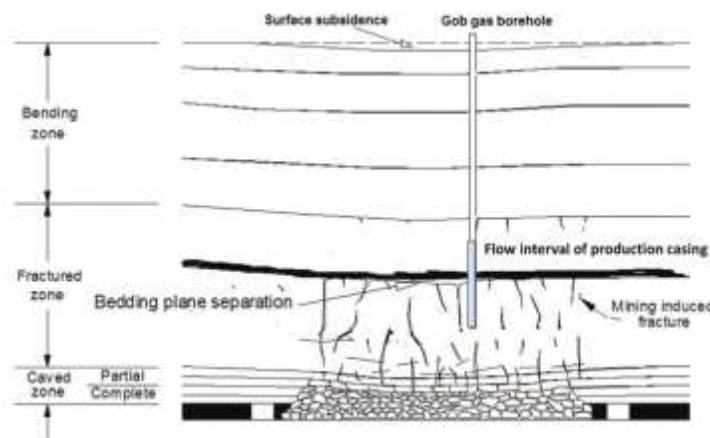
۱-مقدمه

استخراج معدن با جبهه کار بلند باعث بدشکلی، شکستگی، و جداسازی های صفحه بستر در حجمی بزرگ در چینه های روبار می گردد. این اثرات می تواند باعث رهایی مقدار عمده ای گاز از چینه های روبار گردد که می تواند به درون نواحی سربسته و فعال معدن در صورت عدم کنترل راه یابد. ازاینرو، کنترل گاز چینه ها، بویژه در زمین شناسی هایی که دارای مقدار بالایی گاز می باشد، یک ملاحظه مهم در حمایت از تهویه است تا ایمنی معدن تضمین شود علاوه براینکه مزیت های این کار به عنوان یک منبع انرژی غیرمعمول روشن است.

در امریکا و جاهای دیگر، چال تهویه برای گاز زائادات معدن زغال سنگ یا GGJ متداولترین نوع چال گمانه زنی است که برای کنترل گاز از چینه های شکسته بکار رفته که با گرفتن گاز قبل از اینکه بتواند وارد محیط معدن بشود، انجام می گیرد. علی رغم اهمیت این چالهای گمانه زنی در کنترل گاز حاصل از زائادات معدن زغال سنگ، ممکن است پیشگویی عملکرد آنها به دلیل مسائل تثبیت، اهمیت نسبی پارامترهای عملیاتی مختلف روی عملکرد آنها، و اثر ارتفاع سطح (ضخامت روبار) روی خصوصیات میزان شیب کاری دشوار باشد. یک نمایش شماتیک روی مناطق مختلف بدشکلی در روبار جبهه کار بلند و یک GGJ که برای کنترل گاز چینه ها قرار داده شده، در شکل ۱ نشان داده شده است.

درحالیکه برخی از محدودیت های عملیاتی را، مانند فشار مکش، عمق لوله جداری، مجاورت به درب عقبی صفحه جبهه کار بلند می توان برای عملکرد بهینه GGJها مطرح نمود، یکی از مهمترین جنبه های عملکرد چال تهویه گاز حاصل از زائادات معدن زغال سنگ همان فرونشست دینامیک و زمین شناسی چینه های روبار است که تحت تاثیر آن قرار می گیرد. فرونشست دینامیک، یا جابجایی سطحی، یک مکان خاص حین اینکه جبهه کار معدنکاری پیش می رود شروع شده و تا زمانی که جابجایی ماکزیمم بعد از اینکه جبهه کار بلند از آن مکان به اندازه مسافتی عبور نماید ادامه می یابد. بزرگی این جابجایی و شیوه پیشرفت آنها اساسا تحت کنترل

ضخامت استخراج، عرض صفحه، ضخامت روبار، و خصوصیات چینه ها می باشد. خصوصیات چینه ها نه تنها بر فرونشست و توزیع استرس اثر می گذارد، بلکه بر جایی که قابلیت صدور گاز از چینه های اطراف معدن زغال سنگ بتواند ایجاد شود و بر شیوه طراحی GGV برای بهینه سازی کنترل صدورات گاز هم تاثیر دارد.



شکل ۱- یک نمایش شماتیک از روبار بدشکل شده به عنوان پاسخی به معدنکاری جبهه کار بلند، و مکان GGV برای کنترل گاز چینه ها

بدون مسیرهای قابل نفوذ و به خوبی توسعه یافته، GGVها نمی توانند اصلا موثر باشند. از اینرو، درباره مکان GGV ها و فواصل بین آنها در رابطه با منابع گاز و شکست های ایجاد شده در اثر حفاری و جداسازی های صفحه بستر تصمیماتی گرفته می شود تا قادر به کنترل گاز چینه ها باشند. برای نمونه، با این ملاحظات، در بخش پنسیلوانیای جنوب غربی در حوضه Appalachian شمالی، GGVهای صفحات فوق بحرانی به طور معمول نزدیک به درب عقبی یا درب جلویی، در حاشیه های صفحات جبهه کار بلند قرار می گیرد که از شکستگی های تنشی در حاشیه های صفحه برای بدام اندازی گاز متان بهره می گیرد.

شکستگی های برطرف کننده استرس و جداسازی های صفحه بستر (شکل ۱) که در نتیجه بدشکلی های ایجاد شده در اثر استخراج بوجود آمده است، مسیرهای اصلی مهاجرت گاز از چینه های حامل گاز می باشد. با اینحساب، برای توانایی سود بردن از مزیت های GGVها جهت کنترل گاز، مناطقی از بدشکلی های چینه ها را باید معین کرد. تلاشهای گسترده ای برای تعیین مکان شکستگی و حدفاصل جداسازی چینه ها صورت گرفته است. یک روش تجربی که توسط Palchik مطرح شده است، براساس همبستگی وجود و عدم وجود شکستگی های افقی تخمین زده شده با استقامت فشرده سازی غیرمحوری و ضخامت لایه های سنگ، فاصله های بین

چینه زغال سنگ استخراجی و ناحیه مرزی لایه سنگ، و نیز ضخامت های زغال استخراجی می باشد. وی پیشگویی نموده است که احتمال شکستگی با تفاوت استقامت فشرده سازی بین لایه های سنگ مجاور یعنی تغییرات لایه ضعیف-قوی افزایش یافته است. ولی بدان معنا نیست که هر مرز مشترک لایه ضعیف و قوی منفردی مستعد جداسازی ها باشد. Whittles و همکارانش مطالعاتی را در باب اثر عوامل ژئوتکنیکی مختلف روی مشخصات شکستگی، منابع گاز، و مسیرهای جریان گاز برای عملیات جبهه کار بلند در بریتانیا اجرا نمودند. همین اواخر، Karacan و Olea، درباره حفاصل احتمالی جداسازی های چینه ها با استفاده از تغییر طول موج پیوسته یا CWT و تغییرات تعمیم یافته درجه دوم نمودارگیری از چاه پیشگویی هایی نمودند. ماتریس ضرائب همبستگی CWT آنالیز گردید تا فرکانس و پارامترهای فضای تکینگی را تعیین مکان کند که پیش سازهایی برای عدم پیوستگی ها و ضعف ها در چینه هایی است که پیش سازهایی برای جداسازی می باشند. سپس تکینگی ها در مکانهای عمق منطبقه شان جداسازی شده و مدلسازی شدند تا پیوستگی و همبستگی فضایی شان را با استفاده از شبیه سازی معادله نرمال منفرد (SNE-SIM) تعیین نمایند. نتایج نشان می دهد که حفاصل پیشگویی شده جداسازی های چینه ها هماهنگ با مکانهای پیش بینی شده جداسازی چینه ها و داده ها در متون علمی می باشد.

بهره وری GGV ها و رفتار کاهش میزان آنها می تواند تابعی از پیچیدگی زائادات معدن در حفاصل تولید باشد، ولی مهمتر از همه می تواند تابعی از بزرگی هدایت پذیری شکستگی در آنجا باشد. Guo و همکارانش گزارشی در یک مطالعه مفصل داده اند که در یک منطقه شکستگی، شکستگی های عمودی یا نیمه عمودی و افقی هر دو به خوبی در کل لایه ها بوجود آمده و در کل لایه ها به هم مرتبط شده اند. در منطقه بدشکلی بالای منطقه شکستگی، که ضخامتش بنا به برآورد بین ۸۰ و ۱۳۵ متر می باشد، قابلیت نفوذپذیری در کل جداسازی های چینه ها برجسته تر می باشد. این جداسازی ها عموماً هدایت پذیری خیلی بالایی برای جریان مایع دارد همانگونه که Karacan و Goodman نشان داده اند که با استفاده از تکنیک های تست چاه تعیین نمودند که یک جداسازی چینه با ضخامت شکستگی برابر ۰,۱۶m می تواند یک قابلیت نفوذپذیری تقریباً ۸۰ داری داشته باشد، در حالیکه متوسط موثر بقیه حفاصل زائادات شکسته می تواند مقادیر نفوذپذیری متغیری بین ۱ و ۱۵ داری داشته باشد، هر چند مقادیر کمتری نیز مشاهده گردیده است. اینها مقادیر معنی داری برای جریان گاز

احتمالی درون زائدات معدن و بین بخشهای فعال و درزگرفته معدن می باشند اگر جداسازی های چینه ها و شکستگی ها مانع از تاثیرپذیری منابع گاز درون منطقه از استرس های حفاری و استخراج معدن گردند. جداسازی های چینه ها و مقادیر هدایت پذیری مایع تنها محدود به نواحی صفحه ای نیست. Gale شکستگی سنگ، استخراج، توزیع مجدد استرس و افزایش هدایت پذیری هیدرولیک ایجاد شده را حول صفحات جبهه کار بلند شبیه سازی کرده است و نتیجه گیری نموده است که هدایت پذیری افقی می تواند به طور معنی داری در طول صفحات بستر درون و خارج از ناحیه صفحه تقویت گردد که به موجب آن احتمال مهاجرت متان از نواحی آسیب دیده را افزایش می دهد. این نتایج هماهنگ با تخمین های شعاع زهکشی است که بیشتر از عرض فیزیکی صفحات جبهه کار بلند بوده و با استفاده از تکنیک های تست چاه که در متون اینجا گزارش شده است، بدست آمده است.

علی رغم پیشرفتهایی که در درک ژئومکانیک چینه ها و رفتار تولید GGVها وجود داشته است، برخی از موانع در مدیریت موثر متان در معادن از طریق استفاده از چال های تهویه گاز زائدات معدن همچنان به دلیل پیچیدگی محیط زائدات معدن، وجود و وابستگی بینابینی چندین عامل تاثیرگذار و عدم دانش درباره تعاملات GGV با ذخایر زائدات معدن وجود دارد. بهبودهای موجود در قابلیت های ارزیابی عملکرد تولید GGV برای شرایط و وقایع استخراج خاص محل می تواند انواع مسائل صدورات گاز جبهه کار بلند را مطرح کند که منجر به بهبودهایی در طراحی GGV و کسب گاز از چینه های روبار می شود.

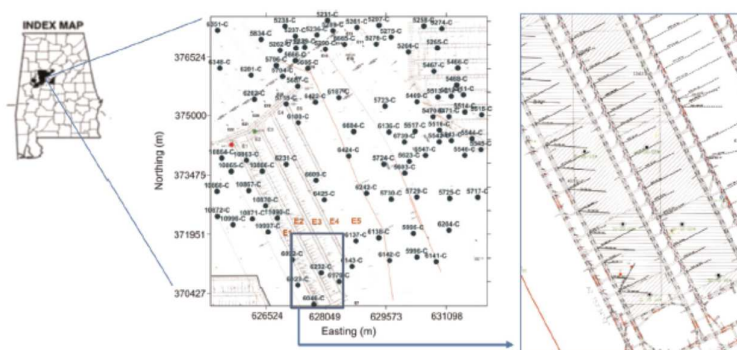
در این مقاله، ما به تحلیل عملکردهای تولید GGVهای حفاری شده روی صفحه با جبهه کار بلند که در چینه Mary Lee/Blue Creek واقع در حوضه Balck Warrior در آلاباما انجام شده بود، برای کنترل صدورات گاز متان از گروه Pratt زغال سنگ ها به دلیل شکستگی برطرف کننده استرس و جداسازی های صفحه بستر می پردازیم. طی روند مطالعه، خصوصیات ذخایر زغال سنگ Pratt با داده های تولیدی GGV ترکیب گردید. بعد تکنیک های تعادل ماده برای تخمین شعاع تاثیر GGVها، گاز در محل و فشارهای زغال سنگ و نیز تغییرات آنها طی استخراج معدن بکار گرفته شد.

۲-اطلاعات زمینه ای درباره مکان ناحیه مطالعه، زمین شناسی آن، و فعالیت های کنترل متان

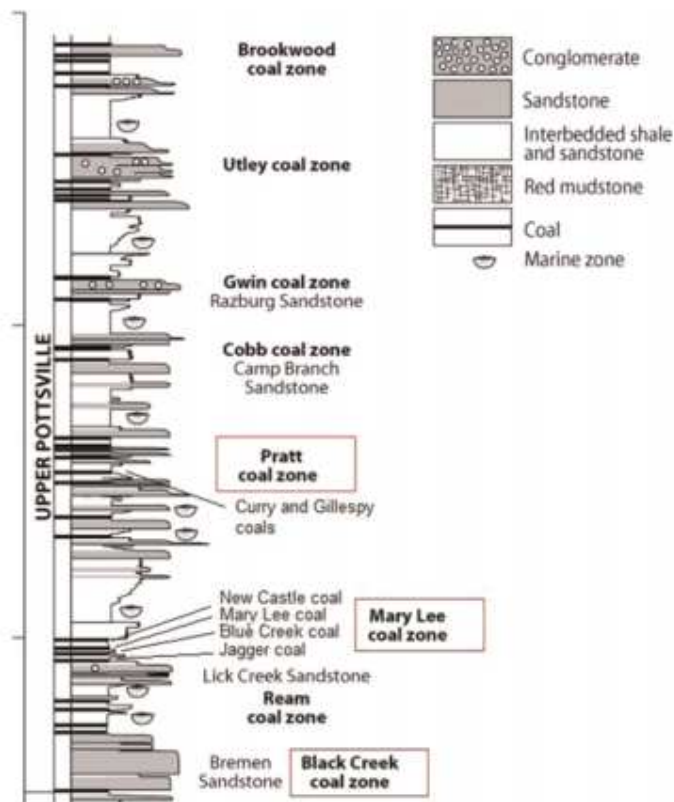
۲-۱- شرح مکان و تحلیل های انجام شده روی چال های گمانه زنی از نوع عمودی و افقی برای خروج گاز در ناحیه

ناحیه مورد مطالعه که تقریباً 50 km^2 می باشد، بین میدانهای Brookwood و Oak Grove در بخش آلابامای حوضه Black Warrior واقع است و تقریباً ۳ کیلومتر از گسل رانشی اصلی (شکل ۲ و ۵) قرار دارد. چندین گسل و شکستگی درون ناحیه مورد مطالعه و در حوضه در کل وجود دارد. این بدشکلی ساختاری اثری مهم بر عملکرد چاه های متان بستر زغال سنگ، صدورات گاز استخراجی، هیدرودینامیک در ناحیه و روی گرادپان های فشار درون مخازن زغال سنگ با تغییر مسافت تا بدشکلی ها داشته است.

اکثریت چینه های حامل زغال سنگ با ارزش اقتصادی در حوضه Black Warrior در تشکیلات Pottsville بالایی در عصر پنسیلوانیایی می باشند. در تشکیلات Pottsville بالایی، گروه های زغال سنگ Mary Pratt، Lee و Black Creek احتمالاً مهمترین نوع به دلیل فعالیتهای استخراج معدن و تولید گاز زغال سنگ بوده است (شکل ۳). کلیه این گروه های زغال سنگ دارای چینه های زغال سنگ متعدد با ضخامت های متغیر بوده اند. ولی گروه زغال سنگ Mary Lee که یک حدفاصل با ضخامت حدود ۷۵ متر را پوشش می دهد، و شامل چینه های New Castle، Mary Lee و Blue Creek و Jagger می باشد بویژه مهم می باشد چرا که استخراج جبهه کار بلند در این گروه زغال سنگ صورت می گیرد (شکل ۳).



شکل ۲- محل ناحیه مطالعه و نمای صفحه ای با مکان چالهای حفاری شده گاززدایی عمودی، نقشه معدن، و ساختارهای زمین شناسی اصلی با جابجایی های عمودی. نمودار راست یک بخش بسط یافته از صفحاتی است که چالهای گمانه زنی گاززدایی درون چینه ای افقی را نشان می دهد.



شکل ۳-بخش چینه گرافی تشکیلات Pottsville بالایی در حوضه Black Warrior

در گروه Mary Lee، چینه های Mary Lee و Blue Creek به شکل یک واحد ضخیم منفرد در بخش جنوب شرقی حوضه تکمیل گردیدند و این واحد با یک لایه جداسازی مجزا گردیده است. طی استخراج زغال سنگ، چینه های Mary Lee و Blue Creek معمولاً با هم حفاری شده اند. در ناحیه مطالعه، چینه New Castle حداکثر ۲۰ متری بوده و چینه Jagger حداکثر ۱۳ متر بالا و زیر حدفاصل استخراج به ترتیب بوده است. عواقب فوری چینه گرافی و ضخامت های حدفاصل بین چینه های New Castle و Mary Lee و Blue Creek و Jagger و Creek صدورات احتمالی حاصل از کف و سقف از طریق شکستگی های ناشی از استخراج می باشد که نیاز به رسیدگی با سیستم تهویه معدن دارد.

به دلیل محتوای گاز بالا و احتمال صدورات متان بالا به معادن و نیز تولید گاز اقتصادی، گازدایی گروه های زغال سنگ Pratt، Mary Lee، Black Creek در اوایل ۱۹۸۷ آغاز گردید و در آغاز با نود و دو سوراخ گمانه زنی عمودی در ناحیه مطالعه کار کرد (شکل ۲). برخی از این سوراخهای گمانه زنی در درزهای زغال سنگ پنجاه و دو در این گروه های زغال سنگ تکمیل گردیدند. تنها یازده تا از این چاه های حفاری شده فقط در

گروه های Pratt و Black Creek تکمیل گردیدند. هشتاد و یک سوراخ های گمانه زنی عمودی باقیمانده تکمیل هایی نیز در گروه زغال سنگ Mary Lee داشتند که نیز حاوی زغال سنگ Blue Creek بودند. در کل بیست تا از این چاههای عمودی در گروه Pratt تکمیل شدند. بیشتر سوراخ های گمانه زنی عمودی در تولید از دهه ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۱ برای حدود ۶ هزار روز باقی مانده اند.

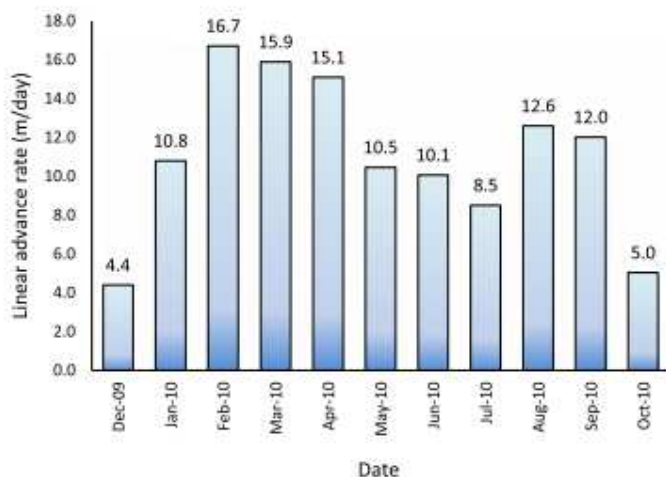
یک شرح مفصل از فعالیت های گاززدایی در ناحیه و مطالعه تطبیقی تاریخچه تولید این سوراخ های گمانه زنی برای تعیین خصوصیات ذخایر در زغال سنگ Pratt، Mary Lee و Black Creek در رفرانس ۲۷ آمده است. این کار به بحث درباره خصوصیات ذخایر اولیه در این گروه های زغال سنگ پرداخته و تغییرات را طی دوره طول مدت گاززدایی تا ۲۰۱۱ تخمین زده و نتایج را ارائه کرده است. خصوصیات ذخایر زغال سنگ گروه در گروه زغال سنگ Mary Lee در مکانهای مختلف که از طریق تطبیق سابقه تولید تعیین گردیده بعدها برای محاسبه مقدار متان فضایی کاهش یافته برحسب زمان در چینه های New Castle و Mary Lee/Blue Creek و Jagger درون ناحیه معدن در شکل ۲ با بکارگیری شبیه سازی های آماری زمین شناسی نقطه متعدد برحسب فیلتر استفاده گردید.

با شروع برنامه ریزی برای معدن جبهه کار بلند و ایجاد جاده در چینه Blue Creek مربوطه، سوراخ های گمانه زنی افقی داخل چینه ای نیز تنها به داخل زغال سنگ Blue Creek حفاری گردید (شکل ۲). تحلیل های داده تولید در چاه های افقی درون چینه ای و آمارهای زمین شناسی برای توزیع فضایی گاز درون محل یا GIP نیز اضافه گردید تا مقدار متان کلی باقیمانده در زغال سنگ Blue Creek ارزیابی گردد. حین پیشرفت عملیات جبهه کار بلند، سوراخهای گمانه زنی عمودی درون نواحی صفحه ای به طور پیشرونده ای خاتمه یافته و برخی از آنها به GGV تبدیل شدند.

این مطالعه روی گروه زغال سنگ Pratt انجام گردیده است که شامل چینه های Pratt و چینه های Curry و Gillespy می باشد که بنا به باور منبع گاز چینه ای در این ناحیه و روی تولیدات GGV حفاری شده برای بدام اندازی آن می باشد.

۲-۲- کنترل گاز چینه ها و چال تهویه گاز حاصل از زائدات معدن یا GGV

در نوامبر ۲۰۰۹، معدن زغال سنگ واقع در ناحیه مطالعه شروع به استخراج صفحه جبهه بلند با صفحه E-۱ نمود که عرض ۲۶۰ متر و ۳۷۰۰ متر طول داشته تا چینه های Blue Creek و Mary Lee را استخراج کند که در عمق متوسط ۴۷۳m در مکان صفحه قرار دارند. صفحه در پایان اکتبر ۲۰۱۰ تکمیل گردید. پیشرفت خطی روزانه متوسط ماهانه برابر ۱۱ متر در روز بوده و ماکزیمم و می نیمم آن ۱۶٫۷ و ۴٫۴ متر در روز طی کل دوره استخراج می باشد (شکل ۴). مقادیر حداقل میزان پیشروی به شروع و پایان استخراج مربوط بوده است.



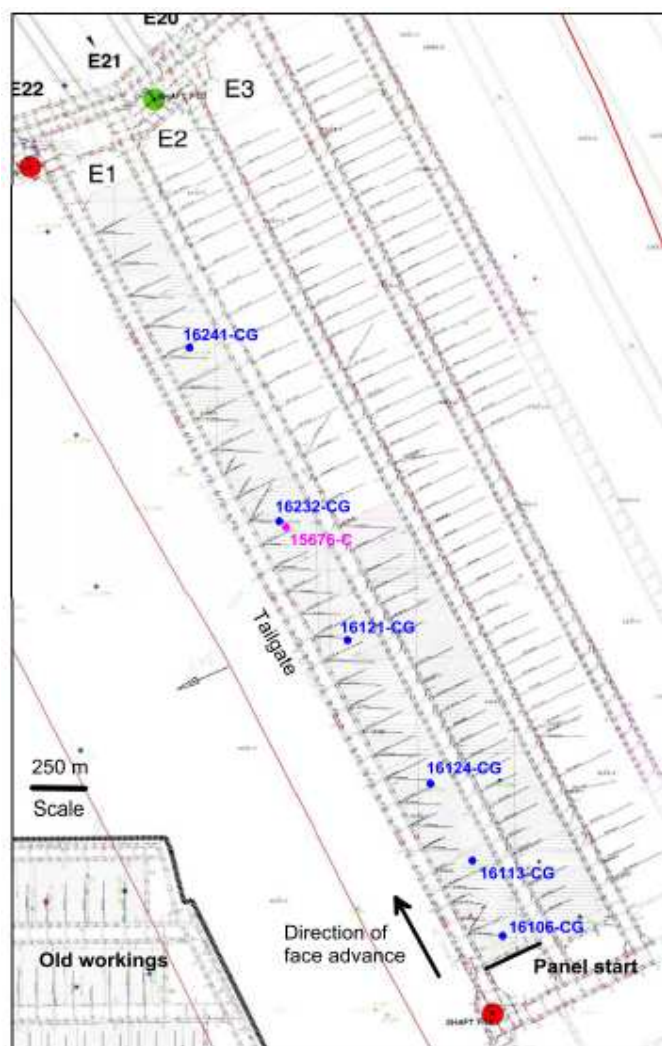
شکل ۴-میزان پیشبرد روزانه متوسط ماهانه جبهه کار بلند حین استخراج صفحه E-۱

در فقدان داده های اندازه گیری شده واضح نیست که چگونه بدشکلی دینامیکی یعنی بدشکلی های چینه مانند جبهه کار بلند همچنان بر مکان خاصی اثر گذاشته و طی استخراج در روبرو پیشرفت کرده است. اما میزان پیشرفت جبهه کار به عنوان یکی از عامل های اصلی اثرگذار بر فرایند بدشکلی دینامیک در نظر گرفته می شود. ازاینرو تنظیم میزان پیشروی جبهه کار در استخراج جبهه کار بلند به عنوان راهی موثر در کاهش احتمال برهم زنی ساختارهای سطحی مربوط به فرایند فرونشست مطرح گردید. بنابراین میزان پیشروی می تواند نیز بر بدشکلی چینه ها و بر تقویت هدایت پذیری هیدرولیک حول سوراخ های گمانه زنی گاز حاصل از زائادات معدن اثر بگذارد.

هرچند فعالیت های گاززدایی قبلی طی سوراخهای گمانه زنی داخل چینه ای و عمودی به کاهش صدورات از گروه زغال سنگ های Mary Lee کمک می کند، GGv ها نیز در طول صفحه برای کنترل گاز چینه هایی حفاری شدند که اساسا از گروه زغال سنگ های Pratt منشا گرفته بودند و در عمق تقریبا ۲۷۵ متری در مکان صفحه

قرار دارند. یک ضخامت حدفاصل ۲۰۰ متری بین گروه های Pratt و Mary تضمین می کند که چینه های Pratt در مجاورت منطقه حفاری شده در صفحه E-۱ نخواهند بود. ولی می تواند با شکستگی های عمودی و افقی به دلیل شکستگی برطرف کننده استرس متقاطع گردد. در واقع، یک مطالعه براساس نمودارگیری های چاه در این منطقه استنباط کرده است که جداسازی های صفحه بستر و شکستگی های افقی در زغال سنگ های Pratt و تغییرات رسی-سنگ ماسه ای در بخشهای عمیق تر وجود دارد. برای کنترل گازی که می تواند در این مناطق آزادسازی شود و به سمت معدن از طریق شکستگی ها و جداسازی های صفحه بستر مهاجرت کند، شش GGV در طول صفحه E-۱ در مکانهای مختلف از شروع صفحه و از سمت زائدات معدن در انتهای آن حفاری گردیده است. (شکل ۵). علاوه بر چاه هایی که اساسا به شکل GGV حفاری شده بودند، یک چاه CBM متداول (C-۱۵۶۷۶) که در سال ۲۰۰۸ تکمیل گردید و از طریق جداره بندی تولید ۲۰ سانتی متری در مناطق زغال سنگ Pratt (۲۸۹م-۲۵۶م)، Mary Lee (۴۷۹م-۴۵۱م)، Black Creek (۶۱۵م-۵۳۶م) سوراخ شده بود، و با یک سوراخ باز بین ۷۲۴-۷۵۹م بوده و متان را تا شروع استخراج تولید می کرده است، طی معدنکاری خاتمه یافته و تبدیل به یک GGV بعد از تکمیل استخراج در صفحه گردید.

شکل ۵ نشان دهنده این است که مکانهای این GGها در این محل معدن از انهایی که در محل های معدن چینه زغال سنگ Pittsburg در حوضه شمالی اپالچین حفاری شده، متفاوت می باشد. برای نمونه، در بخش پنسیلوانیای جنوب غربی حوضه شمالی اپالچین، GGVها به طور معمول نزدیک به زائدات معدن در ته و سر معدن، حاشیه های صفحات جبهه کار بلند واقع بوده اند و خیلی نزدیک به منطقه حفاری با تقریبا ۶۰ متر جداره بندی شکاف دار در ته تکمیل گردیده اند. این طراحی براساس مجاورت نزدیک زغال سنگ Sewickley (که یکی از منابع اصلی گاز چینه ای می باشد) به چینه زغال سنگ Pittsburg و مزیت بردن از شکستگی های تنشی در حاشیه های صفحه برای بدام انداختن گاز متان به کمک پمپهای خلا در کیفیت گاز متغیر می باشد. ولی در محل مطالعه کنونی، منبع گاز چینه ای همان گروه Pratt زغال سنگ هاست، که دارای گاز بیشتری می باشد و تقریبا ۲۰۰ متر بالای چینه Mary Lee می باشد.



شکل ۵- نقشه مفصل معدن، طرح کلی صفحه E-۱ و مکانهای GGV ها

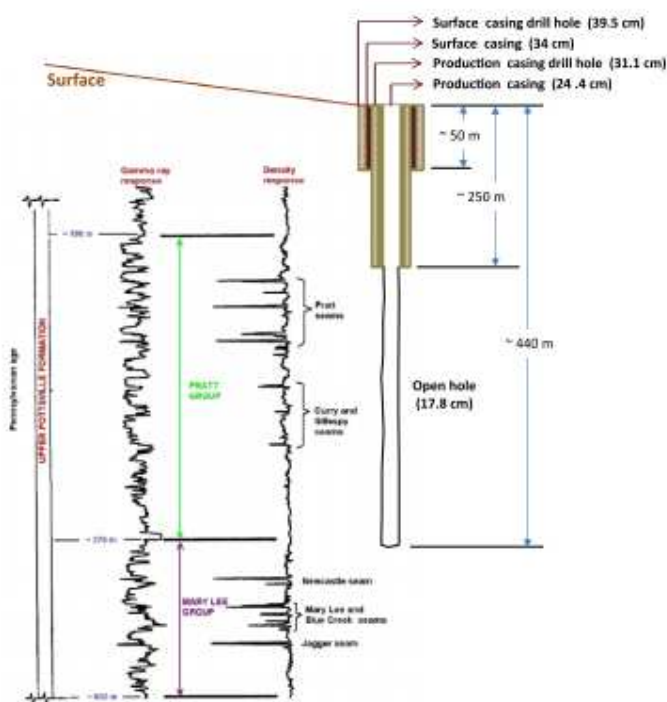
با در نظرگیری مکان منبع گاز و حدفاصل های جداسازی چینه های اصلی، GGV ها اغلب نزدیک به وسط صفحات برای مزیت بردن از جداسازی های صفحه بستر به شکل مسیره های جرین تحت رفع استرس ماکزیمم واقع می باشند. چاه ها تا بالای گروه زغال سنگ Mary Lee حفاری گردیده ولی با یک مجموعه جداره لوله تولید توپر درست بالای گروه Pratt زغال سنگ ها (شکل ۶) تکمیل می گردند.

در حدفاصل بین گروه Pratt و Mary Lee سوراخ بازی برای بدام اندازی هر گونه گازی که می تواند از زغال سنگهای Pratt منشا داشته باشد و نیز از زغال سنگهای Curry & Gillespy وجود دارد. ضخامت ترکیبی گروه Pratt زغال سنگ ها در ناحیه مورد مطالعه حدود ۵,۲m براساس نمودارگیری ژئوفیزیکی می باشد. این

GGVها تولید متان با کیفیت عالی بدون الوده سازی هوای تهویه و جریان با فشار گاز زغال سنگ می نمایند. گاز تولیدی با یک خط لوله به عنوان منبع انرژی برای استفاده در خانه و صنعت منتقل می گردد. جدول ۱ نشان دهنده اعداد مجوز چاه GGV محل آنها روی صفحه و عمق تکمیل آنها می باشد. شکل ۶ نمایانگر شماتیک تکمیل چاه برای نشان دادن حداقله زغال سنگ تحت پوشش با اطلاعات مربوطه راجع به اندازه جداره بندی و شرایط اعماق می باشد.

۲-۳- تولیدات چاه تهویه گاز حاصل از زائادات معدن زغال سنگ یا GGV

شکل ۷ نشان دهنده متوسط میزان تولید متان روزانه GGVها و تغییر آنها طی استخراج صفحه E-۱ و بعد از تکمیلش می باشد. این چاه ها شروع به تولید متان نمودند وقتی که جبهه کار بلند به محل آنها نزدیک شد و آنها همگی متان با کیفیت عالی با وزن مخصوص ۰,۵۶۵ تولید نمودند.



شکل ۶- مشخصات طراحی چاه GGVهایی که در مکان معدن و حداقلهای تکمیل استفاده شده اند. تعداد داخل پرانتز همان قطرهای می باشند.

تست های جریان ۲۴ ساعته از خلال یک منفذ دهانه طی دوره های تولید این GGVها اجرا گردید و نشان دهنده میزان جریان بالا و فشارهای جداره جریان بالا بوده است. نتایج تست های جریان در جدول ۲ آمده است.

این نتایج نشان داده که GGV های تولیدی با میزان بین $26.2 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{day}$ و $54.9 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{day}$ و با فشارهای جداره تولید جریانی بین ۲۷۴-۳۷۷ kPa وجود دارد. باید یادآور گردید که C-۱۵۶۷۶ زمانی که به شکل چاه CBM تولید می گردید تست گردید و فشار ثبت نشد. ولی به این جدول برای تکمیل کار افزوده گردید.

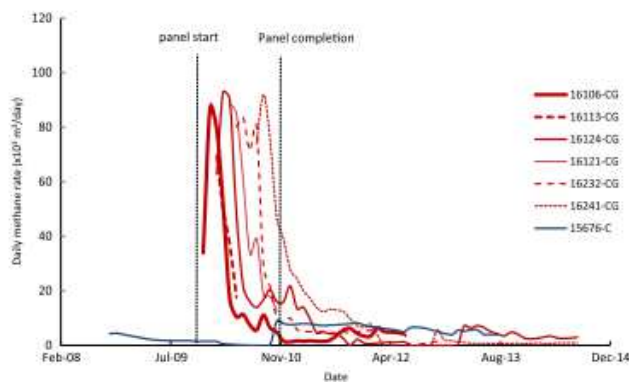
۳- تحلیل ها، نتایج و بحث

۳-۱- تحلیل های مشخصات تولید صفحه E-۱ در GGV ها

شکل ۷ نشان دهنده آنست که مجموعه مشخصات میزان تولید در کلیه GGV ها به طور قابل مشاهده ای مشابه است. مشخصه اینها همان میزان جریان بالای اولیه احتمالاً به دلیل شکستگی رفع کننده استرس در اثر استخراج می باشد و بنا به انتظار جداسازی های صفحه بستر وجود دارد. در تشکیلات Pottsville بالایی، این حدفاصلهای احتمالی عموماً حول سطح مشترک ماسه سنگ و سنگ اهک همراه با تشکیلات غنی از سنگ رس درون سنگهای رس و بویژه در طول حدفاصل زغال سنگ Pratt متمرکز بوده است که از آن GGV ها بنا به انتظار گاز را بدام می اندازند.

جدول ۱- GGV ها، مکان آنها روی صفحه E-۱ و جزئیات تکمیل

جواز	فاصله از شروع صفحه (m)	فاصله از زائادات معدن (m)	عمق کل (m)	ارتفاع سطح (m)	عمق شرایط جداره سطح (m)	عمق شرایط جداره تولید (m)	حدفاصل سوراخ باز (m)
16106-CG	72	120	431	177	46	279	152
16113-CG	410	150	442	186	48	295	147
16124-CG	792	144	433	166	37	278	155
16121-CG	1500	114	431	156	47	271	160
16232-CG	2083	105	434	142	47	252	183
16241-CG	2930	105	442	161	47	261	181
15676-C	2040	130	760	142	107	724	-



شکل ۷- مجموعه مشخصات تولید متان در GGV ها طی و بعد از استخراج صفحه E-۱

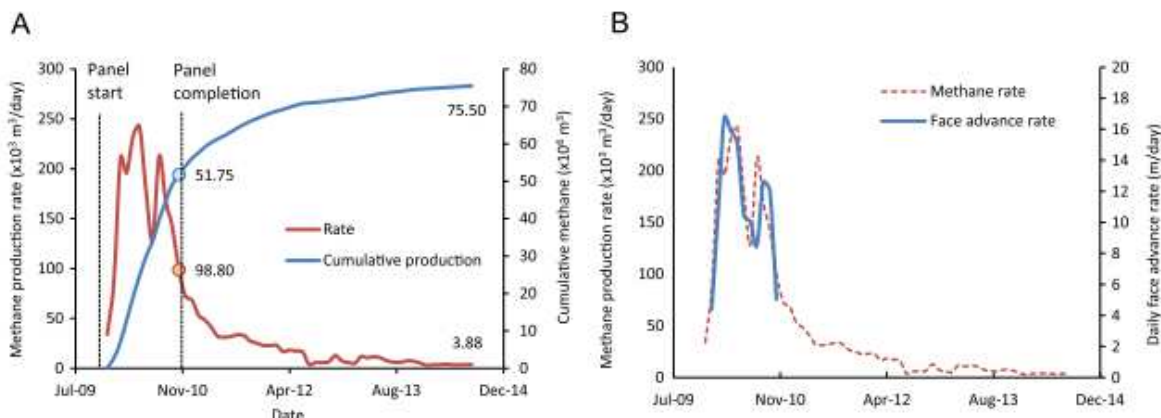
جدول ۲- تست های جریان اجرا شده روی صفحه E-۱ در GGV ها و نتایج آنها

Permit	Test date	Flow ($\times 10^3$ m ³ /day)	Pressure (KPa)
16106-CG	8-Jul-10	45.7	206.8
16113-CG	-	53.3	315.1
16124-CG	14-Jul-10	40.5	342.6
16121-CG	14-Jul-10	37.7	363.3
16232-CG	13-Jul-10	54.9	377.1
16241-CG	13-Sep-10	26.2	273.7
15676-C	16-Feb-09	3.8	-

بعد از اینکه استخراج صفحه E-۱ تکمیل گردید، GGV ها همچنان به تولید متان با کیفیت بالا ادامه دادند ولی به میزان کمتر. این رفتار جریان نشان می دهد که هنوز مسیرهای جریان قابل نفوذی وجود داشته و قابلیت دسترسی به گاز درون چینه ها تحت تاثیر استخراج می باشد حتی بعد از اینکه صفحه تکمیل گردید.

متوسط میزان تولید روزانه GGV به سرعت تا میزان پیک به اندازه 90×10^3 m³/day افزایش یافته است و بعد شروع به کاهش به میزانهای کمتر در حین پیشرفت جبهه کار استخراج نموده است. این مشخصات تولید می تواند ترکیبی از کاهش مقدار گاز درون ناحیه تحت تاثیر بدشکلی چینه و شعاع های تخلیه GGV و نیز تحت تاثیر ماهیت دینامیک این بدشکلی ها به دلیل تغییرات در استرس های زیرگسلی حین پیشرفت استخراج باشد. افزایش استرس های زیرگسلی با استخراج باعث بدشکلی تشکیلات رویی شده و ایجاد شکستگی ها و نیز جداسازی های صفحه بستر می شود و به موجب آن باعث رهایی و جریان گاز می گردد. حین اینکه جبهه کار استخراج پیش می رود، استرس های پشت جبهه کار شروع به کاهش می کند و جداسازی های صفحه بستر شروع به خاتمه می یابد و سرانجام میزان گاز هم کاهش می یابد. این پدیده نیز با مانیتورینگ کشش های جداره در معادن چینه زغال سنگ Pittsburgh مشاهده گردید که به شکل یک پروکسی برای تعیین تغییرات در جداسازی های صفحه بستر برای تست داده های تولید GGV عمل نمود.

شکل ۷ نشان دهنده یک مقایسه جالب میان رفتار تولید یک چاه CBM معمولی و GGV ها می باشد.



شکل ۸- میزان و تولید متان تجمعی از کلیه GGV ها (A) و همبستگی میزان پیشروی استخراج با میزان تولید متان (B)

کد C-۱۵۶۷۶ یک چاه CBM بوده که به خوبی در سه گروه مختلف زغال سنگ (Pratt, Mary Lee, Black Creek) بنا به بحث بخش ۲،۲ تکمیل گردیده بود.

این مورد به خوبی تولید متان را در سال ۲۰۰۸ با میزان جریان اولیه تقریباً $5000 \text{ m}^3/\text{day}$ شروع نمود. میزان تولید به مقدار $\sim 2000 \text{ m}^3/\text{day}$ در اوایل ۲۰۱۰ کاهش یافت، قبل از اینکه چاه به دلیل اینکه عملیات استخراج که به چینه های Mary Lee رسیده بود، بسته شود. این چاه متعاقباً به یک GGV تبدیل گردید. وقتی چاه تولید را به عنوان یک GGV درست قبل از تکمیل صفحه از سر گرفت، شروع به تولید گاز از چینه های بدشکل زغال Pratt به میزان $\sim 8000 \text{ m}^3/\text{day}$ نمود که خیلی نزدیک به میزان بعد از استخراج سایر GGV ها بوده و آن میزان را تا پایان اگوست ۲۰۱۳ حفظ نمود. باید ذکر نمود که این میزان تولید بالاتر از میزان تولید متان بدست آمده توسط این چاه از کلیه افق های زغال سنگ در ترکیب با چاه CBM معمولی بوده است و نشان دهنده اثر شکستگی برطرف کننده استرس روی قابلیت دسترسی به گاز و جریان درون چینه های بدشکل و اهمیت کنترل آن می باشد.

شکل ۸A نشان دهنده میزان تولید متان از کلیه GGV ها به طور ترکیبی (از جمله دوره بعد از استخراج C-۱۵۶۷۶) و تولید تجمعی می باشد. میزان تولید حاصله از GGV ها با قطع اولین GGV (CG-۱۶۱۰۶) بعد از شروع استخراج معدن افزایش یافته و به مقدار $\sim 250 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{day}$ می رسد در حالیکه صفحه استخراج شده است. طی استخراج صفحه E-۱، میزان تولید بالا باقی مانده حین اینکه GGV های جدید انلاین باقی مانده و آنهایی که

موجود بودند همچنان میزان بالایی تولید می کردند. کاهش میزان تولید متان تا $120 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{day}$ طی این دوره همراه با افزایش بعدی تا بیش از $200 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{day}$ به کاهش متوسط میزان پیشرفته خطی جبهه کار بلند تا طی می و جولای ۲۰۱۰ (شکل ۴) نسبت داده می شود. نمودار متوسط میزان پیشرفت روزانه طبق میزان تولید متان (شکل ۸B) نشان دهنده رابطه نزدیک میان میزان تولید GGV و میزان استخراج معدن در این محل می باشد. هرچند این داده ها می تواند خاص مکان باشد، همبستگی آشکار و قوی بین میزان استخراج و تولید میزان متان که در شکل ۸B نشان داده شده است، نشان دهنده اهمیت میزان استخراج معدن روی فرونشست دینامیک و رهایی مربوطه متان از چینه های گازدار و نیز افزایش هدایت پذیری هیدرولیک حول چالهای گمانه زنی گاز زائدات معدن می باشد که اگر هیچ GGV آماده برای بدام اندازی گاز چینه ها طی یک دوره خاصی از استخراج معدن وجود نداشته باشد، کندسازی پیشرفت استخراج می تواند به کاهش صدورات گاز از چینه ها برای کمک به تهویه کمک کند.

نزدیک به تکمیل صفحه، میزان تجمعی شروع به کاهش به مقدار $98.8 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{day}$ می نماید (شکل ۸A). طی استخراج صفحه، متان جمع شده خارج شده از چینه های بدشکل برابر $51.8 \times 10^6 \text{ m}^3$ بوده است (شکل ۸A). تولید از GGVها حتی سه سال بعد از تکمیل کار E-۱ و درحالیکه صفحات دیگر هم استخراج می شدند، ادامه داشته است، هرچند میزان آن رو به کاهش بوده است. داده های ثبت شده نهایی در اگوست ۲۰۱۴ نشان دهنده یک میزان تولید متان برابر $4 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{day}$ و یک تولید تجمعی برابر با $75.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ از این GGVها بوده است. به عبارت دیگر، تقریباً ۶۸ درصد تولید کل متان حاصله از چینه های بدشکل باید طی استخراج صفحه E-۱ تولید شده باشد.

برای اینکه رویکردی درباره مقدار $75.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ گاز بدام افتاده در GGVها از لحاظ بهره وری GGV و اهمیت آن برای کنترل گاز چینه ها پیدا کنیم که در این مقاله بحث گردید، تولیدات جمعی کلیه چاه های CBM در ناحیه مطالعه که در شکل ۲ نشان داده شده و به تفصیل مطالعه شده است در اینجا اشاره می گردد. داده ها و تحلیل های تولیدات CBM از کلیه ۹۲ چاه در گروه های زغال سنگ مختلف تکمیل گردید (نوع Black Creek, Mary Lee, Pratt) نشان داده است که آنها تقریباً مقدار $900 \times 10^6 \text{ m}^3$ متان را در سال ۲۰۱۱ از این سه منطقه طی دوره ای بیش از ۶ هزار روز تولید نمودند. بیست تا از این چاههای CBM که در

گروه زغال سنگ Pratt تکمیل شده بودند، مقدار $92 \times 10^6 \text{ m}^3$ متان را تنها از این چینه ها طی همان دوره تولید کردند. هرچند این مقدار قدری بیشتر بوده است، می تواند با مقدار $75.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ گاز تولیدی توسط GGV های صفحه E-1 از همان زغال سنگ ها در دوره ای کوتاه تر در نتیجه شکستگی رفع کننده استرس روبار قابل مقایسه باشد.

۳-۲- تحلیل های تعادل ماده برای تولیدات GGV، گاز در محل و فشارهای زغال سنگ تشکیلات

محاسبات تعادل ماده برای تخمین گاز در محل و شعاع های تحقیقاتی برای هر یک از GGV ها با استفاده از تعادل ماده CBM حجم اجرا گردیدند. در این محاسبات، مفروض بوده است که منبع گاز چینه ها همان گروه Pratt چینه های زغال سنگ بوده است که متوسط ضخامت ترکیبی ۵,۲m در ناحیه مورد مطالعه دارد. به دلیل داده های تولید محدود، CG-۱۶۱۱۳ از این تحلی حذف گردید.

برای توانایی انجام محاسبات تعادل ماده برای شروع و طی استخراج براساس داده های تولید GGV، خصوصیات مخزن زغال سنگ اولیه یعنی فشار زغال سنگ و اشباع آب در زغال سنگ Pratt بعد از خروج گاز با استفاده از چاه های CBM تخمین زده شده اند. این خصوصیات از نتایج حاصل از تحلیلهای تطبیق سابقه ۲۰ چاه CBM استخراج گردیده است که در گروه زغال سنگ Pratt تکمیل گردیده و در سال ۲۰۱۱ در این ناحیه تحت عنوان (موجود) گزارش دهی شده است. هرچند این تاریخ تقریباً یک سال بعد از شروع استخراج معدن در صفحه E-1 می باشد، بحث شده است که متوسط فشار زغال سنگ های Pratt و اشباع آب به طور قابل ملاحظه ای طی این زمان به دلیل تعداد محدود چاه هایی که در دوره تقلیل خودشان بوده اند، تغییر نکرده است. از اینرو، میانگین مقادیر فشار و اشباع برای سال ۲۰۱۱ به شکل نماینده در نظر گرفته شده است و به عنوان متوسط خصوصیات اولیه زغال سنگ Pratt در شروع استخراج معدن در صفحه E-1 در دسامبر ۲۰۰۹ استفاده گردیده است.

ضخامت زغال سنگ از روی ثبت های ژئوفیزیکی چالهای گمانه زنی اکتشافی در این ناحیه استخراج معدن تعیین گردیده و به شکل ضخامت کل Pratt (مقدار ۵,۲m) در هر مکان چاه ترکیب گردیدند.

جدول ۳- متوسط پایه خصوصیات زغال سنگ در شروع صفحه E-1

Definition	Parameter	Value
Average initial water saturation	$\bar{S}_w = S_{wi}$	0.56
Average initial coal cleat porosity	$\bar{\phi} = \phi_i$	0.015
Langmuir volume, as received	V_L (m ³ /ton)	19.1
Langmuir pressure, as received	P_L (KPa)	2861
Average initial coal pressure	$P = P_i$ (KPa)	648
Coal density, bulk	ρ (ton/m ³)	1.45
Coal thickness	h (m)	5.2

بعلاوه، متوسط فشار Langmuir و داده های حجم Langmuir که برای زغال سنگ های Pratt در فرانس ۱۲ گزارش گردید به عنوان داده های ایزوترم جذب متان زغالهای Pratt استفاده گردید. مقادیر نمایانگر متوسط خصوصیات اولیه چینه های Pratt برای محاسبات تعادل ماده در جدول ۳ نشان داده شده است.

تعادل ماده با استفاده از معادله گاز در محل حجمی با این نوید محاسبه گردید که کمیت های تولید منجر به کاهش بعدی گاز در محل و فشار زغال سنگ در گروه زغال سنگ های Pratt درون چینه های بدشکل ناحیه زهکشی می شود. این بدان معناست که این رویکرد وقتی حالت ایستایی کاذب یا PSS غلبه دارد، قابل کاربرد می باشد. با در نظرگیری اینکه شکستگی ها و جداسازی های صفحه بستر خیلی قابل نفوذ و گسترده بوده است، شعاع زهکشی می تواند محدود به گستره این بدشکلی ها بشود و مرزها می تواند به سرعت با GGv احساس گردد. از اینرو، PSS یک مفهوم قابل کاربرد در این وضعیت است.

بعلاوه، به دلیل ماهیت بدشکلی ناحیه زهکشی و مسیره های جریان به شدت قابل نفوذ، فشار زغال سنگ می تواند به سرعت با فشار درون شکستگی های در اثر حفاری متعادل گردد که می تواند نیز به فشار جداربندی جریان در GGv خیلی نزدیک باشد. از اینرو، همانند مرحله اول محاسبه تعادل ماده، فشارهای ماده در جدول ۲ و تولیدات متان تجمعی مربوط به آن تاریخ ها همراه با شرایط اولیه داده شده در جدول ۳، برای تخمین اندازه ناحیه زهکشی از طریق یک شعاع زهکشی هر GGv استفاده شد (معادله ۱). در این معادله Np گاز تجمعی است که تا زمان تست تولید شده و r_e شعاع زهکشی منطقه تاثیر GGv می باشد. زیرنویس i و n اشاره به شرایط اولیه و شرایط در زمان تست به ترتیب دارد. بعد از خاتمه شعاع تخلیه، گاز در محل اولیه (G_i) برای هر GGv با استفاده از متوسط فشار زغال سنگ اولیه (۶۴۸ kPa) محاسبه گردید. افت های بعدی در فشار و تغییرات در

سایر پارامترها که به فشار درون ناحیه زهکشی (A) و نیز گاز در محل باقیمانده بستگی دارد، از روی فرایند تخمین فشار تکراری در تطبیق با مقدار تجمعی گاز تولیدی بین تاریخ های متوالی ($i+1, i+2, \dots$) محاسبه گردید. این عملیات از PSS پیروی کرده و ناحیه زهکشی تغییر نکرده است وقتی تعیین شده است، هر چند قابلیت ارائه می تواند تغییر کند. این شمای محاسبه در معادلات ۱ و ۲ نشان داده شده و برای دوازده ماه اول تولیدات GGJ از جمله حفاری صفحه E-۱ اجرا شده است.

$$r_e = \sqrt{\frac{N_p}{h\pi\left(\left(\frac{\varphi_i(1-Sw_i)}{B_{g_i}} + \frac{V_L P_i}{P_i + P_L} \rho\right) - \left(\frac{\varphi_i(1-Sw_i)}{B_{g_n}} + \frac{V_L P_n}{P_n + P_L} \rho\right)\right)}} \quad (1)$$

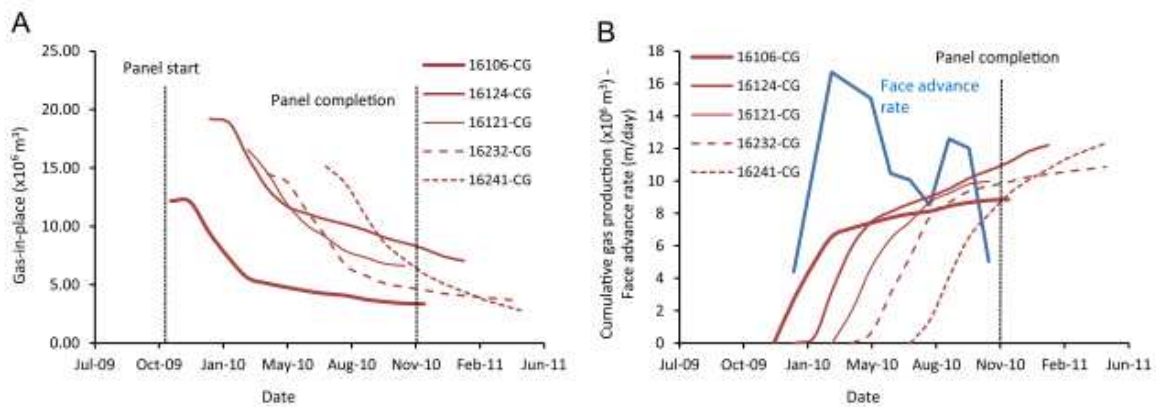
جدول ۴- شعاع های زهکشی محاسبه شده و مقادیر گاز در محل در آغاز و در زمان تکمیل صفحه E-۱

Permit	r_e (m)	G_i ($\times 10^6$ m ³)	$G_{E-1 \text{ end}}$ ($\times 10^6$ m ³)
16106-CG	362	12.17	3.36
16113-CG	-	-	-
16124-CG	455	19.20	8.08
16121-CG	423	16.59	6.63
16232-CG	395	16.47	4.55
16241-CG	403	15.12	5.94

$$\begin{aligned}
 G_i - G_{i+1} &= Ah\left[\left(\frac{\varphi_i(1-Sw_i)}{B_{g_i}} + \frac{V_L P_i}{P_i + P_L} \rho\right) - \left(\frac{\varphi_i(1-Sw_i)}{B_{g_{i+1}}} + \frac{V_L P_{i+1}}{P_{i+1} + P_L} \rho\right)\right] \\
 G_{i+1} - G_{i+2} &= Ah\left[\left(\frac{\varphi_i(1-Sw_i)}{B_{g_{i+1}}} + \frac{V_L P_{i+1}}{P_{i+1} + P_L} \rho\right) - \left(\frac{\varphi_i(1-Sw_i)}{B_{g_{i+2}}} + \frac{V_L P_{i+2}}{P_{i+2} + P_L} \rho\right)\right] \\
 G_{i+2} - G_{i+3} &= \dots\dots\dots \\
 G_{i+3} - G_{i+4} &= \dots\dots\dots
 \end{aligned} \quad (2)$$

نتایج محاسبات تعادل حجمی و ناحیه زهکشی تعیین شده براساس این محاسبات نشان می دهد که شعاع های تخلیه بین ۳۶۲ و ۴۵۵ متر برای GGV ها (جدول ۴) متغیر بوده است. این اعداد نشان می دهد که بدشکلی های چینه ها از لحاظ شکستگی رفع استرس و جداسازی های صفحه بستر از عرض صفحات تجاوز می کند (طبق گفته Gale که نشان داده هدایت پذیری افقی که از طریق جداسازی صفحه بستر تقویت می شود می تواند فراتر از ابعاد صفحه باشد. شعاع محاسبه شده زهکشی GGV ها نیز نشان می دهد که آنها می توانند تا اندازه ای بین GGV ها همپوشانی داشته باشند. ولی باید در ذهن داشت که این شعاع ها ماکزیمم فاصله ای است که فراتر از آن هر گونه رویدادی طی تولید GGV مشاهده نمی شود. از اینرو، بعد از مفهوم PSS ، این فواصل را می توان در حدود فیزیکی ماکزیمم مرز بدشکلی های تعیین شده با استفاده از داده های موجود در نظر گرفت که برای قابلیت دسترسی گاز و جریان برای GGV ها مربوط می باشد. هرچند شعاع محاسبه شده زهکشی یک مقدار تخمینی را بدست می دهد و یک رده ایده بزرگی را درباره مسافت حقیقی برای وجود مرزها دارد به جای یک مسافت دقیق ارائه می کند، می تواند برای طراحی فاصله بندی GGV استفاده شود. برای صفحات مشابه در تشکیلات Pottsville بالایی، برای نمونه، یک فاصله بندی منظم ۷۰۰ تا ۸۰۰ متری منطقی است مگر اینکه تغییرات فضایی مهمی در خصوصیات زغال سنگ و خصوصیات روبرار وجود داشته باشد که می تواند بر شکستگی رفع استرس و جداسازی های صفحه بستر اثر بگذارد.

گاز در محل اولیه (G_i) و گاز باقی مانده درون ناحیه زهکشی برای هر GGV بعد از حفاری صفحه E-1 تکمیل گردیده است ($G_{E-1 \text{ end}}$) و این مقادیر نیز در جدول ۴ آمده است. این مقادیر نشان دهنده مقادیر گاز اولیه است که بین $12.17 \times 10^6 \text{ m}^3$ و $19.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ درون ناحیه زهکشی GGV می باشد. در زمان تکمیل صفحه، مقادیر متان بین $3.36 \times 10^6 \text{ m}^3$ و $8.08 \times 10^6 \text{ m}^3$ نیز در ناحیه زهکشی هر GGV بدام انداخته شد. این مقادیر نشان می دهد که GGV ها در بدام اندازی ۶۰ تا ۸۰ درصد طی استخراج معدن و وقتی بدشکلی های دینامیک رخ می دهند، موثر بوده اند. این داده ها اهمیت وجود GGV ها و کارایی شان را برای بدام اندازی گاز چینه ها طی استخراج و بعد از تکمیل صفحات در این ناحیه نشان می دهد.



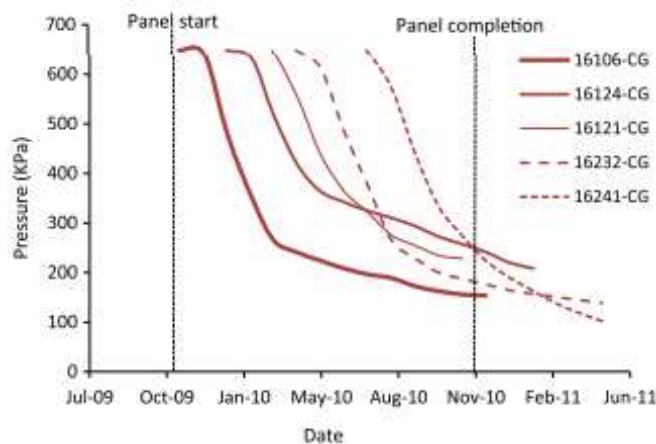
شکل ۹- تغییر در گاز در محل با زمان درون ناحیه زهکشی هر GGV (A) و تولیدات گاز تجمعی از این چاهها درون همان دوره (B).

تغییر گاز در محل محاسبه شده با معادله ۲ در نواحی زهکشی و گاز تجمعی بدام افتاده با GGVها به عنوان تابعی از زمان به ترتیب در شکل ۹A و ۹B نشان داده شده است. این داده ها نشان می دهد که گاز درون چینه ها که برای هر GGV در دسترس می باشد، باعث کاهش معنی دار با افزایش تولید گاز تجمعی بویژه درون اولین سه ماهه عملیات GGV می باشد.

با در نظر گیری اینکه این طیف زمانی منطبق با یک متوسط فاصله حفاری بین ۸۰۰ و ۹۰۰ متر می باشد، که نیز قطرهای تخمین زده شده نواحی زهکشی را تقویت می کند، این تغییرات ممکن است به دلیل اثرات فرونشست دینامیک حول چالهای گمانه زنی باشد. شکل ۹B باز نشان می دهد که تغییر در شیب تولید گاز تجمعی GGVها با تغییرات ناگهانی در میزان پیشبرد جبهه کار همبستگی دارد وقتی جبهه کار درون فاصله ۸۰۰ تا ۹۰۰ متری از یک مکان چاه خاص قرار دارد. حین اینکه جبهه کار حفاری از مکان GGV دور می شود و اثرات فرونشست دینامیک روی رفتار چینه ها و هدایت پذیری هیدرولیک کاهش می یابد، گاز در محل و تولید به نظر به طور تدریجی تری تغییر یافته و به طور معنی داری دیگر تحت تاثیر تغییرات میزان حفاری قرار نمی گیرد.

فشار تشکیلات زغال سنگ در گروه Pratt که به طور تکراری توسط معادله ۲ برای هر چاه محاسبه گردید، در شکل ۱۰ آورده شده است. این رقم نشان می دهد که شکستگی رفع کننده استرس و جداسازی های صفحه بستر با تولید متعاقب حجم های بالای گاز باعث کاهش فشار تشکیلات از متوسط مقدار اولیه پیشگویی شده به ۶۴۸kPa به مقادیر به ترتیب ۱۵۰kPa نزدیک به انتهای حفاری و بعد از تکمیل صفحه می باشد. داده ها نشان

می دهد که میزان اولیه کاهش های فشار عموماً در هر GGV معنی دار تر بوده که به دلیل فرونشست دینامیک دور چالهای گمانه زنی می باشد. یک مقایسه شکل ۱۰ با شکل ۹B نیز نشان می دهد که تغییرات در میزان حفاری بر کاهش فشار تشکیلات به همان طریق که برای بهره وری GGV بوده، اثر می گذارد.



شکل ۱۰- تغییر فشار در چینه های زغال سنگ بدشکل به دلیل تولید گاز از GGVها

هرچند مجموعه مشخصات کاهش فشار در هر یک از GGVهای منفرد با هم تفاوت دارد، گاز تجمعی بدام اندازی شده به ازای هر افت فشار تجمعی، که می تواند یک شاخص هدایت پذیری هیدرولیک چینه های بدشکل باشد، در طول روند خطی بویژه برای مقادیر افت فشار کمتر از ۱۰۰kPa تجمع می یابد. (شکل ۱۱A و B).

این مقادیر افت فشار بین تاریخ های متوالی به تقریباً کلیه فازهای عمر تولید GGV طی حفاری و بعد از تکمیل صفحه مربوط می شود. در افت فشار بالاتر، داده ها پراکنده تر بوده و این رابطه برای برخی از GGVها غیرخطی تر است (یعنی ۱۶۱۰۶-CG و ۱۶۱۲۴-CG) که به دلیل اثرات تغییرات ناگهانی در میزان استخراج روی GGVها می باشد. وانگهی، داده های شکل ۱۱A Fig. نشان می دهد که مقدار تجمعی گازی که می تواند از این تشکیلات با استفاده از GGVها در نتیجه اختلال حفاری بدام افتد، متناسب با مقدار تجمعی افت فشار با عامل $0.0212 \text{ m}^3/\text{KPa}$ می باشد و این رابطه برای بیشتر قسمتها و برای کلیه GGV خطی باقی می ماند. هرچند دقیق نمی باشد، این رابطه می تواند شاخصی از مقدار گاز بدام افتاده بنا به انتظار از GGVها طی چرخه استخراج و بعد از تکمیل صفحه براساس تغییرات پیش بینی شده در افت فشار تشکیلات باشد.

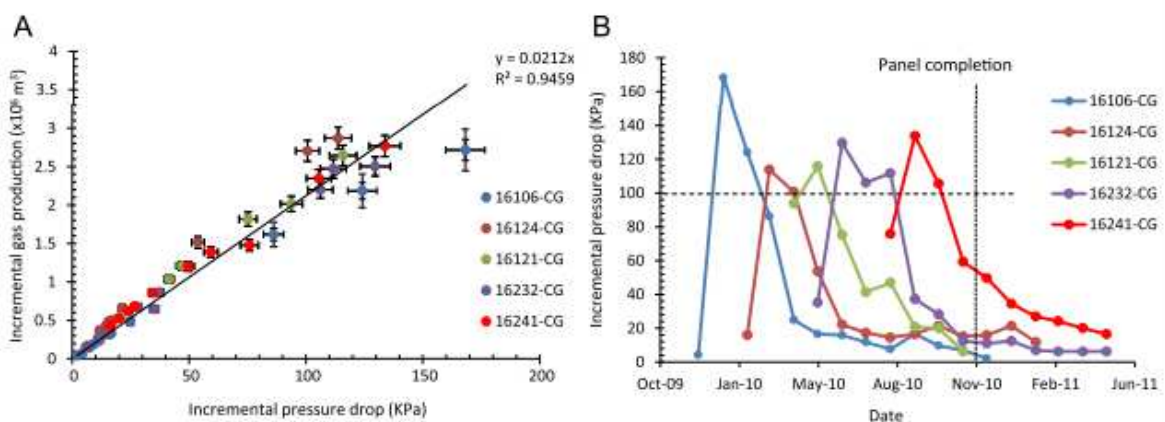
قبل از نتیجه گیری، باید خاطر نشان ساخت که این مطالعه براساس خصوصیات زغال سنگ یکنواخت گروه Pratt می باشد و نشان دهنده ثبات بین داده ها و نتایج آنالیز شده است. اما، نامتناول نیست که تغییرات

فضایی مهمی را در منبع گاز چینه ها تجربه کنیم. این تغییرات می تواند شامل تغییرات در ضخامت زغال سنگ، و تغییرات فضایی در فشار یا کیفیت زغال سنگ باشد که می تواند بر محتوای گاز آن اثر بگذارد. در این مورد، قابلیت دسترسی به گاز و شعاع های زهکشی GGVها می تواند از مقادیر بحث شده در این کار متفاوت باشد.

۴- خلاصه و نتیجه گیری ها

این مطالعه به ارزیابی عملکردهای چال تهویه های گاز حاصل از زائادات معدن حفاری شده روی یک صفحه جبهه کار بلند که در گروه زغال سنگ های Mary Lee/Blue Creek در تشکیلات Pottsville بالایی در الاباما انجام می شود، پرداخته است. این مطالعه نشان داده که GGVها به شدت در بدام اندازی گاز چینه ها از شکستگی های رفع استرس و جداسازی های صفحه بستر موثر بوده و نشان داده است که موثرتر از چاه های قدیمی CBM در بدام اندازی گاز چینه برای اهداف کنترل متان می باشد.

عملکردهای تولیدی GGVها نشان دهنده یک همبستگی اشکار قوی بین میزان حفاری و میزان تولید متان می باشد. این امر اهمیت میزان حفاری را روی فرونشست دینامیک و رهایی متان مربوطه از چینه های گازی و نیز تقویت هدایت پذیری هیدرولیک را دور چالهای گمانه زنی گاز حاصل از زائادات معدن برای بدام اندازی موثرتر آن نشان می دهد.



شکل ۱۱- تولید گاز تجمعی و رابطه افت فشار تشکیلات (a) و تاریخچه تغییرات در افت فشار (b) طی حفاری صفحه E-۱. میله های خطا در A-۱۰ نشان دهنده ۱۰ درصد حاشیه خطای مقدار نقاط داده هاست در صورتیکه میزان ۱۰۰ KPa در B نشان دهنده حدی است که تا آن رابطه برای کلیه GGVها خطی می باشد.

نیز نشان می دهد که اگر هیچ GGV آماده برای بدام اندازی گاز چینه ها وجود نداشته باشد، آهسته سازی پیشبرد معدنکاری می تواند به کاهش گاز صدور یافته از چینه ها برای یاری به تهویه کمک کند.

ارزیابی حجمی گاز در محل برای تخمین ناحیه زهکشی هر GGV و نیز تغییرات در فشارهای تشکیلات و محتوای گاز در محل اجرا گردید. این محاسبات نشان داده است که شعاع های زهکشی بین ۳۶۲ و ۴۵۵ متر برای GGVها متغیر بوده است. این ارقام نشان می دهد که بدشکلی های چینه ها از لحاظ شکستگی رفع استرس و جداسازی های صفحه بستر از عرض صفحه تجاوز کرده و تا اندازه ای بین GGVها همپوشانی ایجاد می کند و می تواند به عنوان یک راهنمایی برای فاصله بندی محل GGV بکار رود. براساس این مقادیر، یک فاصله بندی منظمی بین ۷۰۰ و ۸۰۰ متر برای این ناحیه منطقی می باشد.

همانند عمق GGVها، منبع گاز در این زمین شناسی به عنوان گروه زغال سنگ های Pratt در نظر گرفته شده است. طراحی های تکمیل حاضر روی GGVها منبع گاز و حدفاصل جریان گاز را تحت پوشش قرار می دهد. ولی هر چند داده هایی درباره پشتیبانی از این اظهار وجود ندارد، یک جداره بندی شکاف دار، دست کم در میان زغال سنگ های Pratt اصلی در بالا، می تواند به تثبیت چاله گمانه زنی کمک کند و می تواند به بهبود بهره وری کمک نماید.

گاز در محل اولیه و گاز باقی مانده درون ناحیه زهکشی برای هر GGV بعد از حفاری صفحه E-1 نشان دهنده مقادیر گاز اولیه بین $12.17 \times 10^6 \text{ m}^3$ و $19.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ درون ناحیه زهکشی GGV بوده است. در زمان تکمیل صفحه کار، ۶۰ تا ۸۰ درصد این مقادیر قبلا بدام اندازی شده و اهمیت GGVها را برای بدام اندازی گاز چینه ها طی استخراج نشان داده است.

فشارهای تشکیلات محاسبه شده به طور معنی داری درون چینه در نتیجه شکستگی و تولید گاز کاهش یافتند. اما، شیب تولید گاز و کاهش فشار تحت تاثیر تغییرات تولید گاز و کاهش فشار تحت تاثیر تغییرات در میزان استخراج بوده اگر جبهه کار همچنان درون ناحیه زهکشی GGV باشد.

یک رابطه خطی بین افت فشار تجمعی و تولید گاز تجمعی در این میدان وجود دارد. ثابت نسبتی برابر با $0.0212 (10^6 \text{ m}^3/\text{KPa})$ بوده است.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی