



## طراحی شبکه تهویه معدن زغال سنگ پروده شماره چهار طبس

سید حسن مدنی، بابک آذرفر

مهندس سید حسن مدنی، استادیار دانشکده معدن، متالورژی و نفت دانشگاه صنعتی امیر کبیر. مهندس بابک آذرفر دانشجوی کارشناسی ارشد استخراج معدن، از دانشگاه صنعتی امیر کبیر

### چکیده

معدن زغال سنگ پروده شماره چهار طبس در ۷۵ کیلومتری شهرستان طبس قرار دارد. این معدن جزء یکی از معادن حوزه زغالدار طبس است که برای استخراج به روش تمام مکانیزه انتخاب شده است. هدف از انجام این پژوهش، طراحی مناسب تهویه معدن به منظور تأمین هوای مورد نیاز قسمت‌های مختلف بر اساس ملاحظات ایمنی است. با توجه به طرح اولیه استخراج معدن، سیستم تهویه مکشی برای تهویه انتخاب شد. به دلیل تصاعد بالای گاز متان در معدن، عملیات متان زدایی در جبهه کارها در نظر گرفته شده است. با توجه به محاسبات انجام شده، میزان هوای لازم برای تهویه معدن ۲۰۸ متر مکعب در ثانیه به دست آمد که برای به جریان انداختن این میزان هوا باید از دو بادبزن محوری با توان ۳۱۵ کیلو وات در دو انتهای یالهای معدن استفاده شود. این بادبزن ها باید بتوانند فشاری معادل ۱۷۵ میلیمتر آب را تأمین کنند. کلید واژه ها: تهویه، معدن زغال سنگ، گاز متان، شدت جریان هوا و ایمنی

### مقدمه

پس از انجام اکتشافات اولیه در منطقه پروده در سال های قبل و بعد از انقلاب، مطالعات فنی و اقتصادی در این منطقه به منظور استخراج مکانیزه توسط شرکت ملی فولاد ایران و شرکت آدام آغاز شد و در دو فاز صورت گرفت. پس از تکمیل اکتشافات تفصیلی در منطقه پروده شماره چهار و ارائه یک طرح اولیه برای استخراج مکانیزه این منطقه، ارائه یک طرح کامل برای تهویه آن ضروری می رسید، البته در طرح آدام اشاره مختصری نیز به تهویه شده بود. در این مقاله سعی شده است که با شناخت دقیق از موقعیت منطقه، وضعیت لایه های زغالی و شبکه استخراج معدن، بهترین سیستم تهویه، برای معدن پیشنهاد شود. برای طراحی سیستم تهویه این معدن از روش های تحلیلی که مبتنی بر روابط ریاضی و اصول مکانیک سیالات است و همچنین از روش های تجربی

صنعت معدن کاری جزء صنایع پر مخاطره است و در این میان معادن زغال سنگ زیرزمینی از مشکل آفرین ترین و پرخطرترین بخش های این صنعت محسوب می شوند. یکی از ضروری ترین فعالیت های جانبی معدن کاری زیرزمینی، تهویه است. اهمیت تهویه از آن جهت است که بر خلاف بسیاری از فعالیت های دیگر معدنی که به تأخیر افتادن آنها سبب تأخیر عملیات معدن می شود؛ همواره باید تهویه صحیحی در معدن برقرار باشد و به هیچ وجه نمی توان نسبت به آن بی توجه بود. تهویه به نحو عمده ای کمیت و کیفیت هوای معدن را کنترل می کند و حامی جان و زندگی معدنچیان است. با ارائه یک طرح درست و کامل می توان از بسیاری از حوادث جلوگیری به عمل آورد و شدت برخی از آن ها را کاهش داد.

که مبتنی بر تجربیات مختلف در معادن دیگر، قوانین و ملاحظات ایمنی است به طور همزمان استفاده شده است.

**مشخصات عمومی معدن زغال سنگ پروده شماره چهار**  
ناحیه زغالدار پروده با وسعتی حدود ۱۲۰۰ کیلومتر مربع در ۷۵ کیلومتری جنوب شهرستان طبس و در محدوده عرض جغرافیایی ۰۵'۳۲" و ۳۳° و طول جغرافیایی ۴۵'۵۶" و ۱۵° و ۵۷° قرار گرفته است. ارتفاع متوسط این ناحیه از سطح دریا ۸۵۰+ متر است و از لحاظ آب و هوایی جزء مناطق کویری با آب و هوای خشک قاره ای قرار گرفته است. این ناحیه در حد فاصل گسل های رستم و قوری چای واقع شده و نهشته های تریاس بالایی در آن دارای لایه های زغالی قابل کار از نوع کک شو است. زون اصلی مرکب از ۵ لایه زغالی است که در منطقه پروده چهار فقط دو لایه C1 و B2 قابل کار است. میزان ذخیره قطعی در این ناحیه ۱۳۴ میلیون تن تخمین زده شده و میزان گاز خیزی لایه ها به طور متوسط ۱۴ متر مکعب بر تن زغال استخراجی برآورد شده است [۱].

دسترسی به معدن پروده شماره چهار از طریق بازکننده ها، شامل ۴ راهروی اصلی به طول ۱۰۰۰ متر انجام می شود. هر یک از این راهروها به صورت شیبدار و به سمت جنوب غربی حفر می شوند. به طوری که ۲۰۰ متر اول با شیب ۸ درجه و ۸۰۰ متر بعدی با شیب ۴ درجه اند. عرض هر یک از این راهروها ۵ متر و ارتفاع آنها ۳/۵ متر است که در سنگ و زغال حفر می شوند. ۲ راهروی اصلی در حد فاصل لایه B2 و C2 و ۲ راهروی دیگر در داخل لایه C1 حفر می گردد. فاصله هر یک از راهروهای اصلی از هم ۳۰ متر است که با توجه به نیازهای تهویه و ترابری، میانبرهایی به فاصله ۱۰۰ متر از هم احداث خواهد شد. بنابراین با توجه به ابعاد راهروها و فاصله میانبرها ابعاد ستونهای حایل بین راهروها ۹۵ متر طول و ۲۵ متر عرض دارد. پس از حفر راهروهای اصلی، نوبت به عملیات آماده سازی پهنه ها می رسد. در این مرحله، ۳ راهرو در ۲ جهت غرب و شرق و به صورت عمود بر امتداد راهروهای اصلی و به فاصله ۱۱۰ متر از یکدیگر حفر می شوند. این راهروها ۴ متر عرض و ۳ متر ارتفاع دارند. هر یک از این راهروها در مجموع، به طول ۱۰۰۰ متر حفر می شوند (شکل ۱). پس از حفر کامل راهروها در انتهای آنها راهروهای خروج گاز احداث و پس از ایجاد این راهروها ۴ کارگاه استخراج احداث می شود. آهنگ تولید زغال در کارگاهها ۴۱۵ تن در یک شیفت و تولید سالانه زغال از پهنه ها ۷۵۰.۰۰۰ تن است که با توجه به ضریب رقیق

شدگی ۱۵٪، سالانه ۸۶۲.۵۰۰ تن زغال به همراه ناخالصیهای موجود، از معدن استخراج می شود. در هر سال ۲۶۰ روز و در هر روز ۳ شیفت کاری پیش بینی شده است که در شیفت اول و دوم عملیات استخراج و در شیفت سوم کارهای مربوط به نگهداری، تدارکات رسانی و نظایر آنها انجام می شود [۳].

### محاسبه مقدار هوای مورد نیاز

شدت جریان هوا با توجه به بیشترین تعداد افرادی که در یک زمان در داخل معدن مشغول به فعالیت هستند، حداکثر میزان استخراج و میزان گرد و غبار تولید شده محاسبه شده است. با توجه به اینکه در معادن حاوی گاز زغال، رقیق کردن گاز زغال، عامل اصلی در محاسبه میزان هوای لازم است، میزان هوای مورد نیاز بر این اساس محاسبه شد. در این محاسبات راندمان متان زدایی ۵۰ درصد در نظر گرفته شده است.

با توجه به شرایط معدن ضریب نشت ۱/۱۵، ضریب اطمینان ۱/۴، عیار مجاز گاز متان ۰/۷۵ درصد و حداقل سرعت برای راندن گرد و غبار ۰/۶ متر در ثانیه در نظر گرفته شد. شرایط کارگاه ها، جبهه کارهای آماده سازی و نتایج محاسبات در جداول ۱ تا ۵ آمده است.

با توجه به محاسبات انجام شده، شدت جریان لازم برای هر کارگاه استخراج ۲۸ مترمکعب در ثانیه و برای هر یک از جبهه کارهای پیشروی ۲۴ مترمکعب در ثانیه به دست آمد و با در نظر گرفتن چهار کارگاه استخراج و چهار جبهه کار آماده سازی، هوای مورد نیاز برای کل معدن ۲۰۸ متر مکعب در ثانیه حاصل شد. نحوه توزیع هوا در شکل ۱ آمده است.

جدول ۱ - مشخصات کارگاه استخراج [۳]

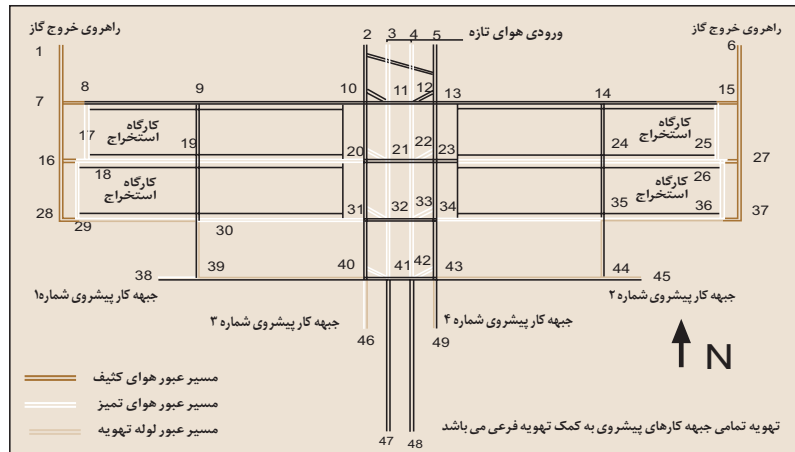
ردیف	شرح	مقدار	واحد
۱	طول پهنه	۴۵۰	متر
۲	عرض پهنه	۱۱۰	متر
۳	عمق کارگاه	۴۵۰	متر
۴	سطح مقطع راهروهای تولیدی	۱۲	مترمربع
۵	شیب متوسط لایه	۱۴	درجه
۶	ضخامت متوسط لایه	۱/۲	متر
۷	گازخیزی متوسط لایه	۱۴	متر مکعب در تن
۸	وزن مخصوص لایه زغال	۱/۴	تن در متر مکعب
۹	تعداد کارگر در شیفت	۲۲	نفر
۱۰	تولید در شیفت	۳۶۰	تن
۱۱	ظرفیت تولید زغال	۱/۱	تن در دقیقه

جدول ۲- مشخصات جبهه کارهای پیشروی در داخل راهروهای پهنه‌ای [۳]

ردیف	شرح	مقدار	واحد
۱	گازخیزی لایه زغال	۱۴	متر مکعب در تن
۲	ضخامت لایه زغال	۱/۲	متر
۳	وزن مخصوص لایه زغال	۱/۴	تن در متر مکعب
۴	طول پیشروی در روز	۴	متر
۵	سطح مقطع کارگاه	۱۲	مترمربع
۶	تعداد کارگر در شیفت	۶	نفر
۷	ظرفیت تولید زغال	۱/۱	تن در دقیقه
۸	وسیله نگهداری موقت	پیچ سنگ	—
۹	وسیله نگهداری دائم	قاب فلزی دوزنقه ای	—

جدول ۳- مشخصات جبهه کارهای پیشروی در داخل راهروهای اصلی [۳]

ردیف	شرح	مقدار	واحد
۱	گازخیزی لایه زغال	۱۴	متر مکعب در تن
۲	ضخامت لایه زغال	۱/۲	متر
۳	وزن مخصوص لایه زغال	۱/۴	تن در متر مکعب
۴	طول پیشروی در روز	۳	متر
۵	سطح مقطع کارگاه	۱۷/۵	مترمربع
۶	تعداد کارگر در شیفت	۱۰	نفر
۷	ظرفیت تولید زغال	۱/۱	تن در دقیقه
۸	وسیله نگهداری موقت	پیچ سنگ	—
۹	وسیله نگهداری دائم	قاب فلزی دوزنقه ای	—



شکل (۱) - نحوه توزیع هوا در معدن زغال سنگ پروده شماره چهار

جدول ۴- میزان هوای لازم برای هر یک از کارگاه های استخراج زغال با در نظر گرفتن متان زدایی [۸]

ردیف	شرح	مقدار	واحد
۱	سطح مقطع سینه کار اتاقها	۱۲	مترمربع
۲	حداکثر نفرات به هنگام تعویض شیفت	۴۴	نفر
۳	هوای لازم برای تنفس افراد	۲۶۴	متر مکعب در دقیقه
۴	ظرفیت تولید زغال	۱/۱	تن در دقیقه
۵	راندمان متان زدایی	۵۰	درصد
۶	هوای لازم برای رقیق کردن گاز زغال	۱۰۲۷	متر مکعب در دقیقه
۷	هوای لازم برای راندن گاز زغال	۴۳۲	متر مکعب در دقیقه
۸	ضریب نشست	۱/۱۵	---
۹	ضریب اطمینان	۱/۴	---
۱۰	میزان هوای لازم برای هر یک از کارگاه های استخراج	۲۸	متر مکعب در ثانیه

جدول ۵- میزان هوای لازم در هر یک از جبهه کارهای پیشروی با در نظر گرفتن متان زدایی [۸]

ردیف	شرح	مقدار	واحد
۱	سطح مقطع حفاری	۱۷/۵	مترمربع
۲	تعداد نفرات موقع تعویض شیفت	۲۰	نفر
۳	هوای لازم برای تنفس افراد	۱۲۰	متر مکعب در دقیقه
۴	ظرفیت تولید زغال با ماشین حفار بازویی	۱/۱	تن در دقیقه
۵	راندمان متان زدایی	۵۰	درصد
۶	هوای لازم برای رقیق کردن گاز زغال	۱۰۲۷	متر مکعب در دقیقه
۷	هوای لازم برای راندن گاز زغال	۶۳۰	متر مکعب در دقیقه
۸	ضریب اطمینان	۱/۴	---
۹	میزان هوای لازم در هر یک از جبهه کارهای پیشروی	۲۴	متر مکعب در ثانیه

استفاده شده است [۵].

$$a = \left[ \frac{m}{S-B} + A \right] \times 10^{-4} \quad (3)$$

که در آن، S سطح مقطع حفریه معدنی برحسب متر مربع و m, B, A ضرایبی هستند که به مشخصات نوار باربری بستگی دارند. این ضرایب در مورد این معدن در جدول ۶ آورده شده است. در این جدول L فاصله بین قاب های مجاور و d معادل ارتفاع تیر آهن به کار رفته در سیستم نگهداری است. این تیر آهن ها استاندارد T۲۵ هستند، بنابراین D برابر ۲۵ سانتیمتر است. برای سایر قسمت های معدن نیز از نتایج حاصل از سایر معادن استفاده شد. ضرایب اصطکاکی بدست آمده در جدول ۷ نشان داده شده است.

### تعدیل شبکه

به منظور به جریان انداختن هوا در تمامی قسمت های معدن باید شبکه به اصطلاح "تعدیل" شود. بدین معنی که جمع جبری افت فشارها در هر حلقه از شبکه تهویه (با توجه به جهت حرکت)، صفر شود. برای این منظور لازم است که تعداد کافی حلقه انتخاب و جمع جبری افت فشار آنها کنترل شود. حداقل تعداد حلقه های لازم برای تعدیل شبکه از رابطه  $N_m = N_b - N_j + 1$  بدست می آید که در آن  $N_b$  تعداد شاخه های شبکه،  $N_j$  تعداد گره ها و  $N_m$  تعداد حلقه ها است.

نمودار ساده شده جریان هوا در یال غربی معدن و همچنین میزان افت فشار هر شاخه در شکل ۲ نشان داده شده است. نمودار ساده شده یال شرقی معدن نیز مشابه یال غربی است. به منظور تعدیل شبکه باید درهای تنظیم کننده ای در شاخه های ۲۲-۲۳ و ۲۰-۲۱ نصب شود تا در هر کدام از شاخه ها افت فشاری معادل ۱۴/۱۵ میلیمتر آب تولید شود.

با معلوم بودن شدت جریان هوای گذرنده از هر شاخه و در دست داشتن مقاومت کلی هر شاخه، افت فشار ناشی از عبور هوا محاسبه می شود. مقاومت اضلاع و شاخه های شبکه تهویه برابر با مجموع مقاومت های اصطکاکی و موضعی است. مقاومت موضعی معادل ۱۰٪ طول حفریات معدنی در نظر گرفته شده و در محاسبه مقاومت اصطکاکی حفریات معدنی، اعمال شده است. مقاومت اصطکاکی حفریات معدنی از رابطه ۱ محاسبه شده است [۵].

$$R_f = \frac{aLP}{S^3} \quad (1)$$

که در آن L طول حفریات معدنی بر حسب متر، P محیط حفریات معدنی بر حسب متر، S سطح مقطع حفریات معدنی بر حسب مترمربع و  $\alpha$  ضریب اصطکاک آن است. ضریب اصطکاک حفریات معدنی به نوع وسایل نگهداری و مشخصات حفریات معدنی بستگی دارد که در هر مورد می توان آن را به وسیله فرمول مربوطه محاسبه کرد. در مورد حفریات معدنی که با قاب فلزی نگهداری شده اند از فرمول کاشی بادزه، به شرح زیر استفاده شده است [۵].

$$\alpha = \frac{1}{\left(a + b \log \frac{2 \times S}{PL}\right)^2} \times 10^{-4} \quad (2)$$

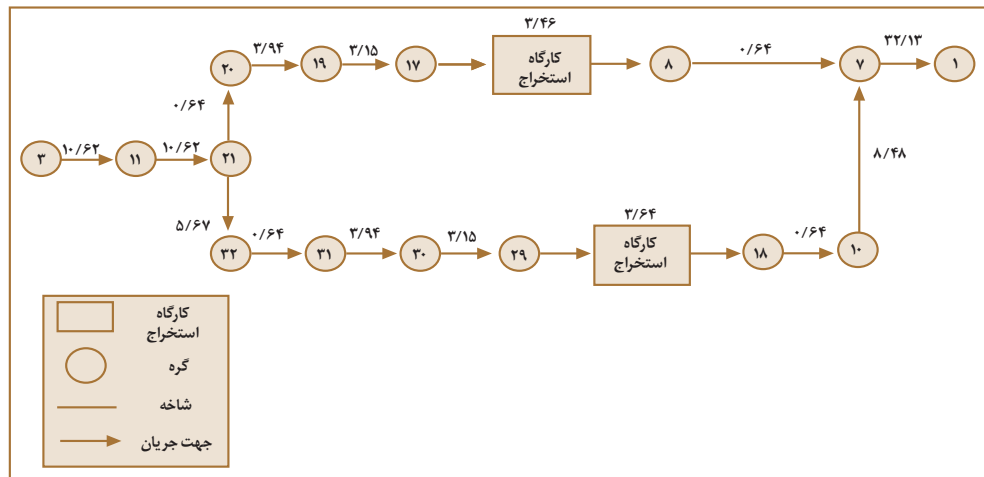
که در آن، S سطح مقطع حفریه معدنی داخل قاب برحسب متر مربع، P محیط داخلی قاب بر حسب متر، L فاصله قاب های مجاور بر حسب متر و a, b اعداد ثابتی هستند که به نوع وسایل نگهداری بستگی دارند. در معدن پروده شماره چهار مقادیر a, b به ترتیب برابر ۰/۱۳۵ و ۰/۲ و فاصله قاب های مجاور یک متر است. در مواردی که داخل حفریات معدنی نوار باربری نصب شده باشد از فرمول دیگرکاشی بادزه، به شرح زیر

جدول ۶- ضرایب مورد استفاده در فرمول ۳ [۵]

m	B	A	L/d	نوع وسیله نگهداری	نوع نوار باربری	موقعیت حفریه معدنی
۵۳۳	-۵/۰۵	-۸/۷۱	۴	قاب فلزی دوزنقه	نوار عریض (۷۰۰ میلیمتر)	راهروی پهنه ای
۴۶۵	-۰/۵۹۲	-۸/۳۵	۴	قاب فلزی دوزنقه	نوار عریض (۱۰۰۰ میلیمتر)	راهروی اصلی

جدول ۷- مقادیر ضریب اصطکاک برای قسمت های مختلف معدن پروده شماره چهار [۸]

ضریب اصطکاک ( $\times 10^{-4}$ )	نوع وسیله نگهداری	نوع نوار باربری	سطح مقطع حفاری (متر مربع)	موقعیت حفریه معدنی
۱۷/۳۵	قاب فلزی دوزنقه	نوار عریض (۱۰۰۰ میلیمتر)	۱۷/۵	راهروهای اصلی
۲۵/۵۸	قاب فلزی دوزنقه	--	۱۷/۵	راهروهای اصلی
۲۲/۵۵	قاب فلزی دوزنقه	نوار عریض (۷۰۰ میلیمتر)	۱۲	راهروهای پهنه ای
۳۰/۳۰	قاب فلزی دوزنقه	--	۱۲	راهروی پهنه ای
۳۰/۳۰	قاب فلزی دوزنقه	--	۱۲	راهروی خروج گاز
۸	--	نوار عریض (۷۰۰ میلیمتر)	۱۲	راهروی میانی و خروج گاز
۴۵	--	--	۱۲	کارگاه استخراج



شکل (۲) - نمودار ساده شده جریان هوا در یال غربی معدن

### افت فشار کلی معدن

برای بدست آوردن افت فشار کلی معدن افت فشار استاتیکی و دینامیکی معدن جداگانه محاسبه شده است. با توجه به تعدیل حلقه های موجود افت فشار استاتیکی معدن معادل ۸۰ میلیمتر آب به دست آمده است و برای محاسبه افت فشار دینامیکی از رابطه ۴ استفاده شد [۵].

$$\Delta P_v = \gamma \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

که در آن  $\gamma$  وزن مخصوص هوا برابر ۱/۲ کیلوگرم بر مترمکعب،  $g$  شتاب جاذبه و  $v$  سرعت هوا در لحظه خروج از معدن بر حسب متر در ثانیه است. در این معدن بیشترین حجم هوای خروجی مربوط به راهروهای خروج گاز است که هوا به حجم ۱۰۴ متر مکعب در ثانیه از آن خارج می شود. سطح مقطع این راهرو ۱۲ مترمربع است. با توجه به رابطه ارائه شده افت فشار دینامیکی معدن برابر با ۴/۶ میلیمتر آب محاسبه شد. افت فشار کلی معدن برابر مجموع افت فشار استاتیکی و افت فشار دینامیکی است پس افت فشار کلی معدن برابر است با:

$$\Delta p_t = \Delta p_s + \Delta p_v = 80 + 4.6 = 84.6 \quad \text{میلیمتر آب}$$

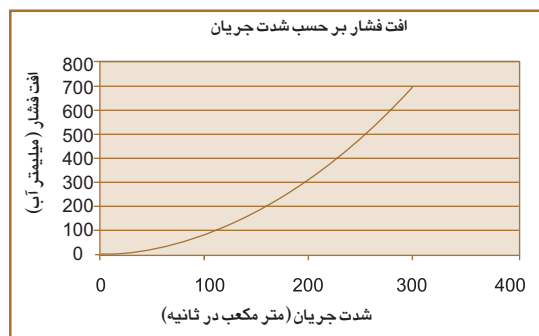
منحنی مشخصه یال غربی معدن در شکل ۳ آورده شده است. منحنی مشخصه یال شرقی نیز مشابه یال غربی است.

### تهویه فرعی

با توجه به مسدود بودن انتهای جبهه کارهای پیشروی، عملیات هوارسانی، باید توسط بادبزن های کمکی که به صورت مکشی کار می کنند، انجام شود. در تهویه کمکی نیز باید مراحل مختلف تهویه اصلی را انجام داد. با توجه به محاسبات انجام شده، مقدار هوای لازم برای هر جبهه کار، ۲۴ مترمکعب در ثانیه به دست آمد که این میزان هوا از هر جبهه کار لازم است توسط یک بادبزن کمکی که دائماً در حالت مکشی کار می کند، از طریق لوله های تهویه که در محل نصب شده است، از جبهه کار خارج شود تا هوای تازه بتواند به همان مقدار وارد جبهه کار شود. ویژگی های لوله های تهویه در نظر گرفته شده و خصوصیات بادبزن های کمکی در جداول ۸ و ۹ آمده است. منحنی مشخصه لوله تهویه جبهه کار شماره ۳ و شماره ۱ به ترتیب در شکل های ۴ و ۵ نشان داده شده است. منحنی مشخصه لوله تهویه جبهه کار شماره ۲ مشابه جبهه کار شماره ۱ و منحنی مشخصه لوله تهویه جبهه کار شماره ۴ مشابه جبهه کار شماره ۳ است.

### انتخاب بادبزن اصلی معدن

لازم است پس از محاسبه شبکه تهویه، بادبزن مناسبی برای آن انتخاب کرد. بادبزنی که به این منظور انتخاب می شود،



شکل (۳) - منحنی مشخصه یال غربی معدن

جدول ۸- مشخصات هر یک از لوله های تهویه جبهه کارهای پیشروی معدن پروده شماره چهار [۸]

شماره جبهه کار	طول لوله (متر)	جنس لوله	ضریب اصطکاک	قطر لوله mm	شدت جریان هوا (مترمکعب در ثانیه)	افت فشار استاتیکی (میلیمتر آب)	افت فشار دینامیکی (میلیمتر آب)	افت فشار کلی (میلیمتر آب)	مقاومت لوله (کیلو مورگ)
۱	۳۹۲	P.V.C	۰/۰۰۰۲	۱۰۰۰	۲۴	۱۱۷۲/۵۱	۲۲۸/۷۱۵	۱۴۰۱/۲۱۵	۰/۶۰۸
۲	۳۹۲	P.V.C	۰/۰۰۰۲	۱۰۰۰	۲۴	۱۱۷۲/۵۱	۲۲۸/۷۱۵	۱۴۰۱/۲۱۵	۰/۶۰۸
۳	۳۴۶	P.V.C	۰/۰۰۰۲	۸۰۰	۲۴	۷۹۱/۷۹	۱۳۹/۸۱	۹۳۱/۶	۱/۶۱۳
۴	۳۴۶	P.V.C	۰/۰۰۰۲	۸۰۰	۲۴	۷۹۱/۷۹	۱۳۹/۸۱	۹۳۱/۶	۱/۶۱۳

جدول ۹- مشخصات بادبزن های کمکی در یکی از جبهه کارهای پیشروی معدن پروده شماره چهار [۸]

شماره جبهه کار	نوع انرژی مصرفی	حداقل شدت جریان تولید شده توسط بادبزن در حداکثر راندمان (مترمکعب در ثانیه)	حداقل فشار تولیدکننده توسط بادبزن در حداکثر راندمان (میلیمتر آب)
۱	هوای فشرده	۲۴	۱۴۰۱/۲۱۵
۲	هوای فشرده	۲۴	۱۴۰۱/۲۱۵
۳	هوای فشرده	۲۴	۹۳۱/۶
۴	هوای فشرده	۲۴	۹۳۱/۶

جدول ۱۰- مشخصات بادبزن اصلی معدن پروده شماره چهار [۸]

نوع بادبزن	شدت در جریان (مترمکعب در ثانیه)	فشار (میلیمتر آب)	قطر چرخ (میلیمتر)	توان (کیلووات)
محوری	۱۲۵	۱۷۵	۵۰۷۰	۳۱۵

انتهایی پهنه ها به منظور راهروی خروج گاز استفاده شده است. با توجه به سطح مقطع تونل ها، سرعت هوا در هیچ بخشی از معدن بیشتر از حد مجاز نبود و هیچگونه تصحیحی به خاطر سرعت انجام نشده است. بدیهی است که هرگونه تغییر در سیستم استخراج و یا میزان تولید سبب تغییر در نیازهای تهویه می شود و باید با توجه به آنها شبکه را اصلاح نمود. استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی برای این منظور بسیار مناسب است و دقت طراحی را افزایش می دهد.

#### تقدیر و تشکر

از مهندس فاضلی که کمال همکاری را در خصوص گردآوری اطلاعات لازم در جهت انجام این پروژه مبذول داشتند و سایر پرسنل زحمت کش طرح تجهیز معادن زغال سنگ طبس تشکر و قدردانی می شود.

باید بتواند افت فشاری را که در اثر عبور هوای موردنظر در معدن به وجود می آید، خنثی سازد. به عبارت دیگر، فشاری که تولید می کند برابر افت فشاری باشد که از طریق محاسبه شبکه به دست آمده است. بنابراین بادبزن اصلی که برای معدن پروده شماره چهار انتخاب شده است، شدت جریان ۱۲۵ مترمکعب در ثانیه را با فشار ۸۴/۶ میلیمتر آب را در حداکثر راندمان ممکن تولید کند. توان این بادبزن ۳۱۵ کیلو وات است. مشخصات این باد بزن در جدول ۱۰ آمده است.

#### نتیجه گیری

سیستم تهویه معدن زغال سنگ پروده شماره چهار با توجه به طرح اولیه استخراجی ارائه شده توسط شرکت آدام صورت پذیرفته است. در طراحی شبکه تهویه از راهرو های

#### منابع

- ۱- گزارش عملیات اکتشاف منطقه پروده شماره یک (۱۳۶۸) - وزارت معادن و فلزات - شرکت ملی فولاد ایران - واحداکتشافات طبس
- ۲- گزارش عملیات اکتشاف ناحیه زغالدار پروده (۱۳۷۶) - شرکت ملی فولاد ایران - مجموعه طرح تجهیز معادن زغال سنگ طبس
- 3-Mine Design Data Review Report-Adam Consulting Engineers-February 2005
- ۴- اورعی، کاظم (۱۳۸۰) روشهای استخراج زیرزمینی زغال سنگ، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران
- ۵- مدنی، حسن (۱۳۸۰) تهویه در معادن، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران
- 6-Hartman, H.L., Mutmanský, J.M., Wang, Y.J., Ramani, R.V., (1997) Mine Ventilation and Air Conditioning, New York
- 7-Mcpherson Malcom, J., (1993) Subsurface Ventilation and Environmental Engineering Chapman & Hall, London
- ۸- آذرفر، بابک (۱۳۸۵) طراحی شبکه تهویه معدن زغال سنگ پروده شماره چهار، پایان نامه کارشناسی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر