

## طراحی سیستم تهویه حین حفاری و انتخاب لوله تهویه مناسب در تونل آماده‌سازی پانل 3 شرقی معدن 1 مکانیزه پروده طبس

محمدامین زارعی درمیان<sup>1\*</sup>، محمد جوانشیر گیو<sup>2</sup>، فرهنگ سرشکی<sup>3</sup>

1- کارشناسی ارشد مهندسی معدن، گروه مهندسی معدن، دانشگاه بیرجند

2- استادیار، گروه مهندسی معدن، دانشگاه بیرجند

3- دانشیار، دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک، دانشگاه شاهرود

(دریافت: مرداد 1392 پذیرش: اسفند 1393)

### چکیده

یکی از مسائل مهم تونل‌های آماده‌سازی شبکه معدن و از آن جمله معدن 1 پروده، تهویه آن ضمن حفاری است. زیرا به هنگام حفر، آلاینده‌های مختلف به‌ویژه گردوغبار و گازهای حاصل از آتشباری (در صورت نیاز)، در جبهه کار تونل تجمع می‌یابند که باید به بیرون تونل هدایت شوند. به‌منظور طراحی سیستم تهویه تونل‌های پیشروی، ابتدا باید شدت جریان هوای لازم به‌منظور رقیق کردن گاز زغال، گازهای حاصل از آتشباری، بر طرف کردن گردوغبار و تنفس افراد، محاسبه شده و بزرگ‌ترین آن‌ها مبنای طراحی قرار گیرد. شدت جریان برای جبهه کار تونل با سطح مقطع 15 مترمربع برابر 6/75 مترمکعب بر ثانیه محاسبه و به‌منظور اجرای طرح تهویه، سه نوع لوله برای طراحی پیشروی مقایسه شد که نتایج تجزیه واریانس نشان داد که قطر لوله در اندازه 900 میلی‌متر، در سطح احتمال 5 درصد تأثیر معنی‌داری بر افت فشار استاتیکی داشته است. سرانجام برای به جریان انداختن هوای مورد نیاز، بادبزن‌های متفاوتی مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که فن دهشی با شدت جریان 12 مترمکعب بر ثانیه و فشار 7/4 کیلو پاسکال برای سیستم تهویه تونل آماده‌سازی مناسب است.

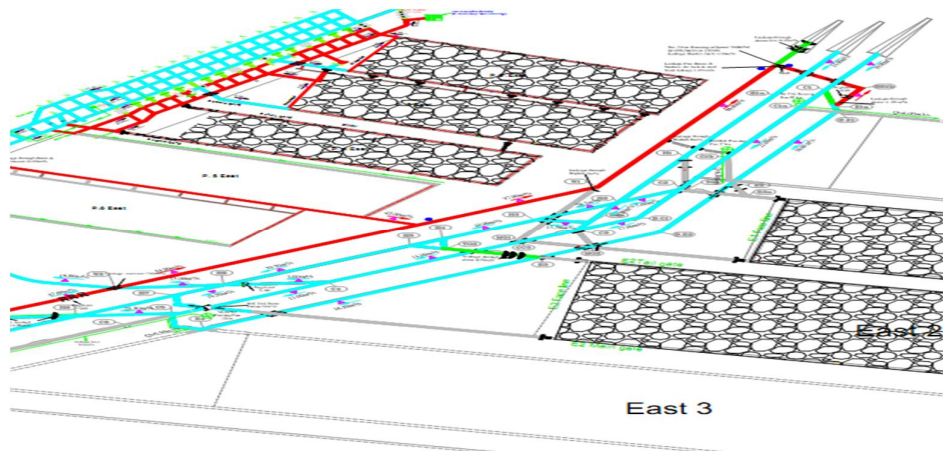
### کلمات کلیدی

لوله تهویه، تجزیه واریانس، تونل آماده‌سازی، فن فرعی، معدن پروده طبس

## 1- مقدمه

ناحیه پروژه با وسعتی حدود 1200 کیلومترمربع در 75 کیلومتری جنوب شهرستان طبس، ما بین عرض‌های جغرافیایی  $32^{\circ}50'$  و  $33^{\circ}05'$  و طول‌های جغرافیایی  $56^{\circ}45'$  و  $57^{\circ}15'$  قرار گرفته است. میزان ذخیره زمین‌شناسی این معدن یک میلیارد و یکصد میلیون تن و زغال آن از نوع کک شو است. در معدن 1 پروژه، به‌منظور باز کردن و دسترسی به لایه‌های زغال چهار چاه مایل حفر شده است که یکی از چاه‌ها جهت ورود هوای تمیز، دو چاه به‌منظور ترابری و یک چاه برای خروج هوای کثیف منظور شده است. این چاه‌ها با زاویه 30 درجه تا رسیدن به افق‌های پایین‌تر، حفر شده و سپس دو افق (دو تونل پیشروی) در داخل لایه‌ی زغال حفر، که این دو افق در فواصل حدود 200 متر، توسط جبهه کار به یکدیگر متصل و تشکیل یک کارگاه را می‌دهند. روش استخراج در نظر گرفته شده، روش جبهه کار طولانی مکانیزه است که به روش پسرو انجام می‌شود [1، 2]. در شکل 1 پلان پیشروی‌های معدن 1 پروژه نشان داده شده است.

تهویه جبهه کارهای پیشروی در معدن به‌ویژه معادن زغال‌سنگ از اهمیت خاصی در عملیات استخراج برخوردار است. بدین لحاظ، باید همواره به شکلی اصولی هوای تازه و کافی به تمامی جبهه کارهای پیشروی انتقال یابد. هوا رسانی صحیح به این نقاط می‌تواند از بروز حوادث مختلفی از جمله پیامدهای ناشی از انفجار گاز و گرد زغال در معدن جلوگیری کند. در سال‌های اخیر پدیده انفجار در معادن زغال‌سنگ خسارت‌های مالی و جانی زیادی به همراه داشته است. لذا با عنایت به اهمیت موضوع، در این مقاله سعی شده است سیستم تهویه فرعی معدن 1 پروژه طبس به‌گونه‌ای طراحی شود که بتواند هوای کافی با مشخصات لازم را به سینه کار تونلی برساند تا از بروز خطرات ناشی از انفجار و سایر حوادث مربوطه جلوگیری کند.



شکل 1: پلان پیشروی‌های معدن 1 [1]

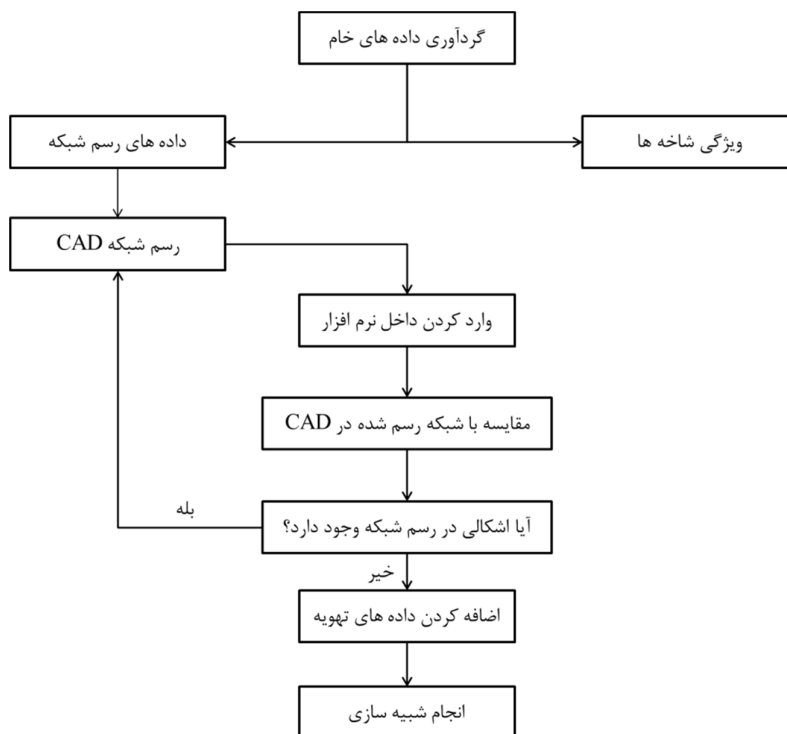
## 2- روش تحقیق

معدن 1 پروژه طبس انجام شده است. مشخصات تونل پیشروی در جدول 1 درج شده است. جهت انتخاب لوله تهویه مناسب از نرم‌افزار SAS و جهت طراحی سیستم تهویه فرعی از نرم‌افزار Ventsim استفاده شده است. در شکل شماره 2 الگوریتم طراحی سیستم تهویه فرعی مشاهده می‌شود.

تهویه فرعی در ادامه تهویه اصلی معدن است و در فضاهایی که تهویه از طریق بادبزن اصلی به‌خوبی صورت نمی‌گیرد، کاربرد دارد. روش تهویه‌ی کمکی یا فرعی در معادن، طی مراحل آماده‌سازی و بهره‌برداری به کار می‌رود. این تحقیق بر مبنای شرایط موجود در جبهه کار پیشروی

جدول 1: مشخصات عمومی تونل پیشروی معدن 1 پروده طبس [1]

ردیف	شرح	واحد	مقدار
1	گاز خیزی لایه زغال	مترمکعب بر تن	16
2	ضخامت لایه زغال	متر	1/8
3	وزن مخصوص لایه زغال	تن بر مترمکعب	1/83
4	طول متوسط پیشروی در روز	متر	بستگی به شرایط و ماشین‌آلات دارد
5	سطح مقطع تونل پیشروی	مترمربع	15
6	تعداد کارگر در شیفت	نفر	8
7	شیب متوسط	درجه	30
8	وسیله نگهداری موقت	-----	پیچ سنگ
9	وسیله نگهداری دائم	-----	قاب فلزی
10	طول تونل پیشروی	متر	1430



شکل 2: الگوریتم طراحی سیستم تهویه فرعی

## 3- طراحی تهویه فرعی

## 3-1- انتخاب روش تهویه فرعی

عواملی که در انتخاب سیستم تهویه فرعی مؤثرند، عبارت‌اند از:

- خطر تمرکز گازهای سمی و آتش‌زا مثل گاز متان در معادن زغال سنگ
- تمرکز گردوغبار در سینه کار از جمله گرد زغال [3].
- مقدار پارامتر اثربخشی تهویه سینه کار<sup>1</sup> با جریان هوای 5 مترمکعب بر ثانیه و قطر لوله 60 سانتی‌متر با فاصله 3 متری از سینه کار حدوداً 0/1 است. به عبارت دیگر، تمرکز

مترمکعب بر ثانیه هوا به سینه کار می‌رسد. اگر از سینه کار در هر ثانیه 0/01 مترمکعب گاز خارج شود، غلظت متوسط در سینه کار به جای 0/2 درصد، برابر 0/5 درصد خواهد شد. در نهایت می‌توان گفت که چه از سیستم دهشی و چه از سیستم مکشی استفاده شود، باید سعی شود تا جایی که امکان دارد انتهای لوله تهویه به سینه کار نزدیک باشد [4].

### 3-2- محاسبه میزان هوای لازم

میزان هوای لازم جهت تهویه معدن، بر اساس بیشترین تعداد افرادی که در یک زمان در داخل معدن کار می‌کنند، بیشترین میزان گازی که متصاعد می‌شود، حداکثر میزان استخراج، حداکثر ماده منفجره‌ای که در داخل معدن مصرف می‌شود (در صورت نیاز به آتشباری)، میزان گردوغبار تولید شده محاسبه و بزرگ‌ترین آن‌ها به‌عنوان شدت جریان لازم هوا انتخاب می‌شود [5]. در جدول 2 میزان هوای لازم برای جبهه کار پیشروی معدن 1 پروده طبس محاسبه شده است.

جدول 2: میزان هوای لازم برای جبهه کار پیشروی

مقدار	واحد	مشخصات
15	مترمربع	سطح مقطع حفاری
8	نفر	تعداد افراد
48	مترمکعب بر دقیقه	هوای لازم برای تنفس افراد
-	مترمکعب بر دقیقه	هوای لازم برای رقیق کردن گاز زغال
240/98	مترمکعب بر دقیقه	هوای لازم برای رقیق کردن گازهای حاصل از آتشباری
270	مترمکعب بر دقیقه	هوای لازم برای راندن گردوغبار (حداقل سرعت 0/3 متر بر ثانیه)
1/5	-	ضریب اطمینان
6/75	مترمکعب بر ثانیه	میزان هوای لازم برای جبهه کار پیشروی

نشت هوا در لوله‌های تهویه، بسته به نوع اتصالات، از حالت کاملاً مغشوش (توان 2) تا کاملاً آرام (توان 1) متغیر است. در حالت کلی می‌توان گفت که میزان نشت هوا به عواملی نظیر نوع اتصالات، قطر و یا به عبارتی محیط لوله، طول هر یک از قطعات لوله و اختلاف فشار بین داخل و خارج لوله بستگی دارد [5]. میزان نشت هوا با توجه به فرمول‌های رایج برای لوله با جنس و قطرهای مختلف محاسبه شد که نتایج آن در جداول 4 و 5 ذکر شده است.

یا غلظت گاز متان اندازه‌گیری شده در فاصله 30 سانتی‌متری، 10 برابر میزان هوای موجود خارج شده از لوله تهویه است. چنانچه فاصله انتهای لوله تهویه از 3 متر بیشتر باشد، مقدار FVE کمتر نیز می‌شود و باید از تجهیزات کمکی استفاده نمود.

سیستم دهشی برای تمیز کردن گاز از سینه کار بهتر از تهویه مکشی است، زیرا چرخش هوا در لوله تهویه در روش دهشی مسافت بیشتری را تهویه می‌کند. با این وجود، در سیستم دهشی با افزایش فاصله انتهای لوله از سینه کار، از اثربخشی تهویه کاسته می‌شود. بنابراین باید سعی شود تا جایی که امکان دارد انتهای لوله نزدیک سینه کار نگه داشته شود، یعنی این فاصله از 10 تا 15 برابر قطر لوله بیشتر نباشد. مطالعات انجام شده در سینه کارهای معادن زغال سنگ با سیستم دهشی نشان می‌دهد که FVE برای تهویه با 5 مترمکعب بر ثانیه جریان هوا، قطر لوله 60 سانتی‌متر و در 6 متری سینه کار برابر 0/4 است که دلالت دارد بر اینکه تمرکز یا غلظت هوا در سینه کار 2/5 برابر هوای برگشتی است. بنابراین از 5 مترمکعب بر ثانیه هوا، 2

### 3-3- محاسبه مقاومت اصطکاکی لوله‌ها

در این تحقیق 3 نوع لوله با قطرهای 600، 750 و 900 میلی‌متر انتخاب و مقاومت اصطکاکی لوله‌های مختلف جهت طراحی تهویه در طول 100 متر محاسبه گردید و در جدول 3 ذکر شده است. طبق محاسبات انجام شده، لوله فلزی با قطر 600 میلی‌متر دارای بیشترین مقاومت اصطکاکی است.

### 3-4- محاسبه نشت هوا در لوله‌ها

چنانچه از جدول مشخص است، بیشترین نشت مربوط به لوله برزنتی با قطر 900 میلی‌متر است.

جدول 3: مقاومت اصطکاکی لوله‌های مختلف

مقاومت اصطکاکی لوله 100 متری (کیلومورگ)			قطر لوله‌های تهویه (میلی‌متر)
فلزی	پی‌وی‌سی	برزنتی	
4/28	2/5	2/5	600
1/37	0/82	0/82	750
0/55	0/33	0/33	900

جدول 4: میزان نشت لوله‌های تهویه برزنتی

900	750	600	قطر لوله تهویه (mm)
0/25	0/010	0/015	نشت در 100 متر طول ( $m^3/s$ )

جدول 5: میزان نشت لوله‌های تهویه فلزی-PVC

900	750	600	قطر لوله تهویه (mm)
0/1	0/1	0/1	نشت در 100 متر طول ( $m^3/s$ )

کار پیشروی محاسبه می‌شود. در جدول 6 محاسبات افت فشار و مقاومت کلی لوله‌های تهویه در طول 1430 متر تونل پیشروی و در شکل 3 منحنی مشخصه لوله‌های تهویه در جبهه کار پیشروی نشان داده شده است. پارامترهای جدول،  $\Delta p_s$  افت فشار استاتیکی،  $\Delta p_v$  افت فشار دینامیکی،  $\Delta p_t$  افت فشار کلی،  $V$  حداکثر سرعت هوا در لوله تهویه و  $R_t$  مقاومت کلی لوله‌های تهویه هستند.

### 3-5- محاسبه افت فشار و مقاومت کلی لوله‌های تهویه

به منظور انتخاب بادبزنی مناسب، بایستی افت فشار بین دو سر لوله را محاسبه کرد. افت فشار کلی در لوله‌های تهویه برابر مجموع افت فشار استاتیکی و افت فشار دینامیکی است. افت فشار استاتیکی نیز خود برابر مجموع افت فشار اصطکاکی و افت فشار موضعی است. برای افت فشار دینامیکی، افت فشار کلی لوله‌های تهویه برای جبهه

جدول 6: محاسبات افت فشار و مقاومت کلی لوله‌های تهویه

$R_t (k.morg)$	$\Delta p_t (mmH_2O)$	$\Delta p_v (mmH_2O)$	$v(\frac{m}{s})$	$\Delta p_s (mm.H_2O)$	$(L = 1430 m)$ قطر لوله تهویه (میلی‌متر)
41	1870/5	35/52	24/1	1835	600
12/91	588/4	14/3	15/3	574/1	750
4/99	227/48	7	10/7	220/48	900

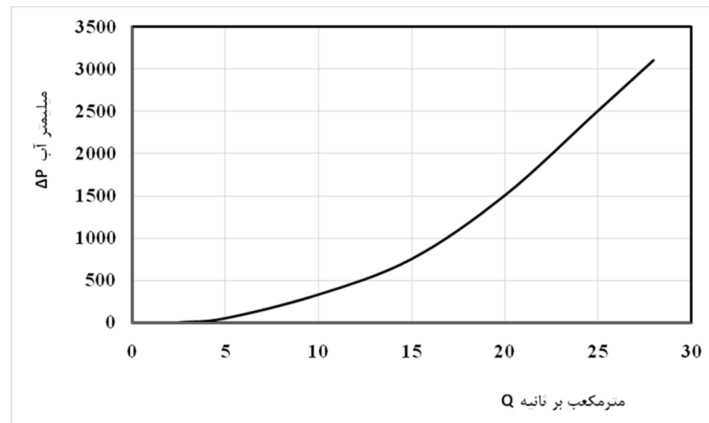
و نموداری، انواع تحلیل‌های ماتریسی و غیره را می‌توان توسط این نرم‌افزار انجام داد [6]. در مطالعه‌ای که در مورد تعدادی از روش‌های مقایسه‌ای چندگانه انجام شده است، به این نتیجه رسیدند که روش حداقل اختلاف معنی‌دار، روش بسیار مؤثری برای نشان دادن اختلاف‌های واقعی

### 3-6- تجزیه واریانس با نرم‌افزار SAS

گزینه‌ها و زیر گزینه‌های متعددی در نرم‌افزار SAS وجود دارد که کاربر را قادر می‌سازد تا تجزیه و تحلیل‌های آماری و غیر آماری را در سطوح مختلفی از نظر پیچیدگی و جزئیات انجام دهد. آمار توصیفی، انواع تحلیل‌های گرافیکی

پارامترهای جداول، شامل CV درصد تغییرات، Ps فشار استاتیکی، V سرعت جریان هوا در لوله، Pv فشار دینامیکی، Pt فشار کلی و Rt مقاومت کلی لوله‌های تهویه می‌باشند. \* و \*\* به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن اثر عامل و معنی‌دار بودن در سطح 5 و 1 درصد است. در جدول 12 مشخصات لوله انتخابی تهویه فرعی معدن زغال‌سنگ پروده طبس ذکر شده است.

میانگین‌ها است، همچنین قابلیت شناسایی مناسب تفاوت‌های واقعی را با استفاده از "آزمون چند دامنه‌ای دانکن" می‌شود گزارش کرد. نتایج تجزیه واریانس قطرهای مختلف لوله با نرم‌افزار SAS انجام شده است و تعداد دفعات تکرار و افت فشار آن‌ها در جداول 7 تا 11 مشاهده می‌شود.



شکل 3: منحنی مشخصه لوله‌های تهویه

جدول 7: تکرار قطرهای مختلف لوله تهویه

Y5	Y4	Y3	Y2	Y1	فاکتور فرعی تعداد افراد حاضر با توجه به میزان هوای لازم	فاکتور اصلی قطر لوله	تکرار
Rt	Pt	Pv	V	Ps			
0/8	36/52	35/52	24/1	1	12	600	1
0/32	14/67	14/3	15/3	0/375	18	750	1
0/15	7/12	7	10/7	0/12	24	900	1
3/58	163/52	35/52	24/1	128	12	600	2
1/19	54/4	14/3	15/3	40/1	18	750	2
0/49	22/4	7	10/7	15/4	24	900	2
41	1870/5	35/52	24/1	1835	12	600	3
12/91	588/4	14/3	15/3	574/1	18	750	3
4/99	227/48	7	10/7	220/48	24	900	3

جدول 8: تکرار با مقادیر متغیر

Y5	Y4	Y3	Y2	Y1	تکرار
Rt	Pt	Pv	V	Ps	
6/75	4/01	4/50	0/00	0/80	1
6/75	4/01	4/50	0/00	1/20	1
7/56	5/04	4/50	0/00	1/80	1
7/56	5/04	4/50	0/00	2/40	1

جدول 9: تجزیه واریانس تأثیر میزان افت فشار استاتیکی

Y5	Y4	Y3	Y2	Y1	منابع تغییر
Rt	Pt	Pv	V	Ps	
**485/55	13/67	162/71	2/97	0/37	تکرار R
41/59	11/36	63/03	2/12	*0/62	فاکتور اصلی A
417/64	11/50	443/99	0/96	0/69	اشتباه اصلی A
*295/4	**40/53	*328/71	7/30**	0/55	فاکتور فرعی B
87/19	7/54	120/98	1/58	0/22	اثر متقابل A*B
98/69	5/80	137/39	1/78	0/24	اشتباه فرعی B
13/32	8/08	9/05	9/91	3/60	%CV

جدول 10: مقایسه میانگین‌های انحراف میزان افت فشار استاتیکی با توجه به قطر محاسبه شده و تعداد افراد حاضر در سینه کار با توجه هوای موجود

Y5	Y4	Y3	Y2	Y1	افت فشار استاتیکی با توجه به قطر در طول یک متر
Rt	Pt	Pv	V	Ps	
72/04a	31/03a	130/33a	13/97a	13/26c	600
75/41a	30/41a	129/10a	13/63a	13/20c	750
74/83a	29/16a	131/86a	13/27a	13/40abc	900

جدول 11: میزان هوای لازم برای افراد حاضر در سینه کار

Y5	Y4	Y3	Y2	Y1	تعداد افراد حاضر با توجه به میزان هوای لازم
Rt	Pt	Pv	V	Ps	
79/20a	32/40a	124/10b	14/55a	13/53ab	12
77/86ab	30/20ab	127/58ab	13/76ab	13/66a	18
76/04abc	29/08bc	136/87a	12/80b	13/20b	24

جدول 12: مشخصات لوله انتخابی تهویه فرعی معدن زغال سنگ پروده

مقدار	واحد	مشخصات لوله برزنتی
0/33	کیلومورگ	مقاومت اصطکاکی
900	میلی متر	قطر لوله
2/82	متر	محیط لوله
0/63	مترمربع	سطح مقطع لوله

### 3-7- انتخاب بادبزن

با توجه به حداقل کمیت هوای مکش شده از قسمت استخراج که همیشه 5 مترمکعب بر ثانیه خواهد بود [7]، برای جبهه کار پیشروی با سطح مقطع 15 مترمربع و با در اختیار داشتن جداول مربوطه به آسانی می‌توان بادبزن مورد

نیاز را انتخاب کرد. برای این منظور و با استفاده از کمترین مقاومت اصطکاکی بین لوله‌های مختلف، لوله با قطر 900 میلی‌متر و با جنس برزنت پیشنهاد می‌گردد. با احتساب میزان نشت 0/25 مترمکعب بر ثانیه در طول‌های 100 متر، میزان نشت کل 3/57 مترمکعب بر ثانیه است. با جمع میزان نشت کل با دبی هوای مورد نیاز برای جبهه کار

#### 4- نتیجه‌گیری

تأمین هوای لازم برای تنفس کارکنان شاغل در معادن زیرزمینی، باعث افزایش بهره‌وری کار خواهد شد. با استفاده از کمترین مقاومت اصطکاکی بین لوله‌های مختلف، لوله با قطر 900 میلی‌متر و جنس برزنت انتخاب می‌گردد. با احتساب میزان نشت 0/25 مترمکعب بر ثانیه در طول‌های 100 متر، میزان نشت کل 3/57 مترمکعب بر ثانیه است. با جمع میزان نشت کل با دبی هوای مورد نیاز برای جبهه کار پیشروی، هوای لازم 10/32 مترمکعب بر ثانیه محاسبه گردید. با مراجعه به جداول انتخاب بادبزن، بادبزن با دبی هوای تولیدی 12 مترمکعب بر ثانیه و فشار 7/4 کیلو پاسکال پیشنهاد می‌گردد. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که قطر لوله در اندازه 900 میلی‌متر در سطح احتمال 5 درصد تأثیر معنی‌داری بر افت فشار استاتیکی داشته است و با توجه به اینکه آزمون معنی‌دار بود، افزایش تعداد دفعات تکرار توانست بر افت فشار استاتیکی تأثیر ایجاد کند. در نتیجه آن قطر لوله با اندازه‌ی 900 میلی‌متر به عنوان بهترین قطر با توجه به معنی‌دار بودن نتایج به دست آمده انتخاب می‌شود. قطر لوله در اندازه 750 میلی‌متر، غیر معنی‌دار بود. کوچک بودن قطر لوله به خاطر مقاومت بیشتر لوله نسبت به قطر 900، علت این مسئله است. \* و \*\* به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن اثر عامل و معنی‌دار بودن در سطح 5 و 1 درصد است. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند. بدیهی است پس از اتصال 2 تونل پیشروی توسط ماشین رودهدر، عملیات تهویه اصلی معدن جریان پیدا خواهد کرد و لوله تهویه و فن فرعی جمع‌آوری خواهد شد.

#### 5- مراجع

- [1] گزارش دفتر فنی شرکت زغال‌سنگ پروده طبس، 1391.
- [2] گزارش دفتر فنی تهویه معدن 1 مکانیزه پروده طبس، 1391.
- [3] Szlazak, N., Szalak, J., Tor, A., Obrakaj, D., Borowski, M., 2003, Possibilities of limiting methane emission into atmosphere on the example

پیشروی، میزان هوای لازم 10/32 مترمکعب بر ثانیه محاسبه گردید. با مراجعه به جداول رایج انتخاب بادبزن، بادبزن با دبی هوای تولیدی 12 مترمکعب بر ثانیه و فشار 7/4 کیلو پاسکال پیشنهاد می‌گردد. در نهایت با در نظر گرفتن کمترین مقاومت و همین‌طور حداقل هوای لازم 5 مترمکعب بر ثانیه در انتهای تونل پیشروی، لوله با قطر 900 میلی‌متر و فن 90 کیلووات دهشی پیشنهاد گردید. نتایج شبیه‌سازی با نرم‌افزار Ventsim نشان می‌دهد که میزان سرعت و نشت هوا به تدریج در طول تونل کاهش می‌یابد. مهم‌ترین خصوصیات این نرم‌افزار به شرح زیر است:

الف- امکان شبیه‌سازی و نمایش نحوه توزیع شدت جریان هوا در شبکه مورد نظر.

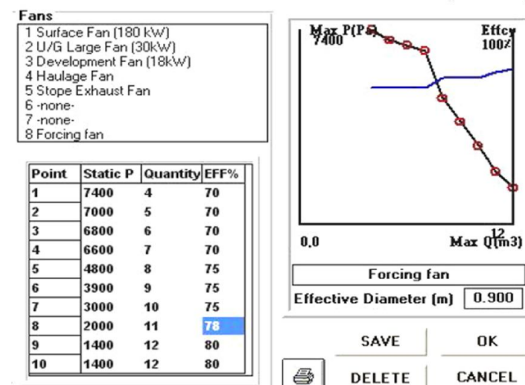
ب- شبیه‌سازی برای طراحی و برنامه‌ریزی آماده‌سازی‌های جدید و یا معادن جدید.

ج- طراحی و برنامه‌ریزی سیستم تهویه کوتاه‌مدت و بلندمدت.

د- امکان انتخاب انواع بادبزن‌ها برای تهویه معدن.

ه- امکان تحلیل اقتصادی در گزینه‌های مختلف طراحی تهویه [8] و [9].

در شکل 4 نمای پایگاه بادبزن فرعی کارگاه شماره 3 به کمک نرم‌افزار Ventsim آورده شده است. با در دست داشتن دبی لازم برای سینه کار پیشروی و میزان نشت لوله‌های تهویه و با استفاده از جداول انتخاب بادبزن فرعی، می‌توان فن مورد نیاز تهویه فرعی را پیشنهاد داد.



شکل 4: نمای پایگاه بادبزن فرعی کارگاه شماره 3



of mines in the Jastrzebie coal company, 30th International Conference of Safety in Mines Research Institutes, South African Institute of Mining and Metallurgy.

[4] Fred, N., Kissell, L., 2006, Handbook for methane control in mining, Department of Health and Human Services, Center for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Pittsburgh Research Laboratory.

[5] مدنی، حسن، 1387، تهویه در معادن، جلد اول، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی.

[6] [www.statworld.ir](http://www.statworld.ir).

[7] ذوقی، محمد، 1389، مقایسه روش‌های اتاق و پایه و جبهه کار بلند و امکان تبدیل آن‌ها به یکدیگر در معدن مرکزی پروده طبس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب.

[8] رنگساز اسکویی، رضا، 1379، طراحی سیستم تهویه معدن زغال سنگ گلندرود، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب (استاد راهنما: حسن مدنی).

[9] Ventsim, Version 2.45, 1999, Software Users Tutorial.

## Design of ventilation system and selection of proper duct in development tunnel of eastern panel No.3 in mechanized mine No.1 of Parvadeh in Tabas coal mine

M. A. Zarei Darmian<sup>1\*</sup>, M. Javanshir Giv<sup>2</sup>, F. Sereshki<sup>3</sup>

1- MSc. Mining Engineering, Dept. of Mining Engineering, Birjand University, Iran

2- Assistant Professor, Dept. of Mining Engineering, Birjand University, Iran

3- Associate Professor, Dept. of Mining, Geophysics and Petroleum, Shahrood University, Iran

\* Corresponding Author: [Aminz4811@yahoo.com](mailto:Aminz4811@yahoo.com)

(Received: August 2013, Accepted: March 2015)

### Abstract

Ventilation is One of the vital issues in advancing tunnels of mine network, including mine No.1 of Parvadeh, because the various pollutants especially dusts and blasting gases are concentrated in the face which should be directed to the outside of tunnel. To provide a ventilation system in advancing tunnels, at first, the air flow quantity has to be calculated in viewpoints of fire damp, dusts, blasting gases(if needed) and respiration and then the maximum amount must be considered as a base for ventilation design. In order to ventilate the tunnel face with cross section area of 15 m<sup>2</sup>, the calculated air quantity is 6.75 m<sup>3</sup>/s. In addition, to perform the auxiliary ventilation, three duct types were compared which variance analysis proved that the duct with 900 mm in diameter had a significant effect on static pressure drop in probability level of 5%. Finally, to circulate the required air, different fans were studied and it was found that the blowing fan with rate of 12 m<sup>3</sup>/s and pressure of 7.4 kPa is suitable for ventilation of advancing tunnel in the mine.

### Keywords

Ventilation Duct, Analysis of Variance, Advancing Tunnel, Auxiliary Fan, Parvadeh Mine of Tabas