



نخستین همایش آسیایی و نهمین همایش ملی تونل

"فضاهای زیرزمینی برای توسعه پایدار"

۱۰ تا ۱۲ آبان ماه ۱۳۹۰

ATS11-05413

طراحی سیستم تهویه تونل دو طبقه ادامه بزرگراه صیاد شیرازی در دوره بهره‌برداری

حمید رضا علیزاده^۱

^۱ کارشناس ارشد معدن، شرکت مهندسی مشاور هندسه پارس؛ (HR_Alizadeh@yahoo.com)

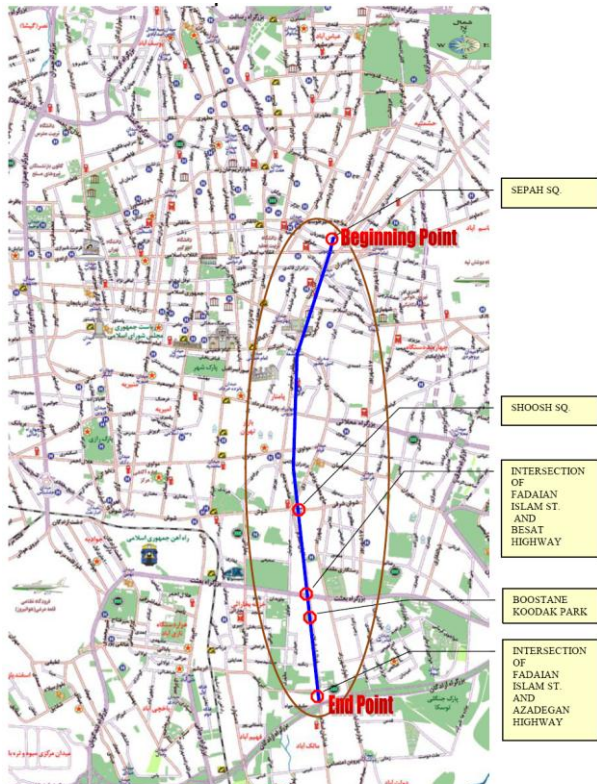
چکیده

تهویه تونل‌های ترافیکی شهری به دلیل ترافیک بالا و حضور تعداد زیاد مسافران همواره از اهمیت زیادی برخوردار است. بر اساس مطالعات انجام گرفته، جهت اتصال ادامه بزرگراه صیاد شیرازی به شبکه بزرگراهی تهران، نیاز به اجرای تونلی دو طبقه با طول حدود ۱۰ کیلومتر می‌باشد. در این مقاله طراحی سیستم تهویه تونل شامل تامین هوای تازه طبقات تونل به منظور رقیق‌سازی آلاینده‌ها و روش هدایت گازهای آلاینده رقیق شده به بیرون تونل مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به اختلاف سطح مقطع طبقات تونل، در ابتدا، جهت جریان ترافیک تعیین شده و سپس به علت تغییر شیب در طول تونل، حجم آلاینده‌ها و در نتیجه حجم هوای مورد نیاز برای رقیق‌سازی آنها در بخش‌های مختلف برآورد و سپس از بین روش‌های مختلف تهویه تونل‌های ترافیکی، روش مناسب تهویه برای این تونل بررسی و تعیین گردید. در تعیین تجهیزات سیستم تهویه بر اساس حجم آلاینده‌ها و محدودیت‌های سرعت جریان هوا، جانمایی برای چاه‌های تهویه انجام گرفت و سپس مشخصات بادبزن اصلی دهشی و مکشی و مشخصات بادبزن در حد فاصل بین دو چاه تهویه تعیین شدند. جانمایی چاه‌های تهویه برای هر یک از طبقات جداگانه انجام گرفت و سپس برای دو طبقه متناسب ترین گزینه‌ها بررسی و انتخاب شدند. همچنین مطابق یک سناریو برای شرایط آتش‌سوزی و در نظر داشتن زمان افزایش بار آتش، میزان سرعت بحرانی با افزایش بار آتش محاسبه شد تا انطباق تجهیزات سیستم تهویه به منظور تامین هوای مورد نیاز برای شرایط اضطراری مورد بررسی قرار گیرد.

کلمات کلیدی

تونل صیاد شیرازی، تهویه طولی، چاه تهویه، گازهای آلاینده، بادبزن اصلی، بادبزن، دهش و مکش هوا.

^۱ حمید رضا علیزاده- تهران- گیشا- کوی نصر- کوچه ملکی- پلاک ۶۱- شرکت مهندسی مشاور هندسه پارس تلفن ۸۴۲۶۴۶۸۶ نمابر ۸۸۲۷۲۶۲۹



شکل ۲- مسیر ادامه بزرگراه تونل صیاد و موقعیت های نقاط شروع و پایان تونل

۳- مبانی طراحی سیستم تهویه

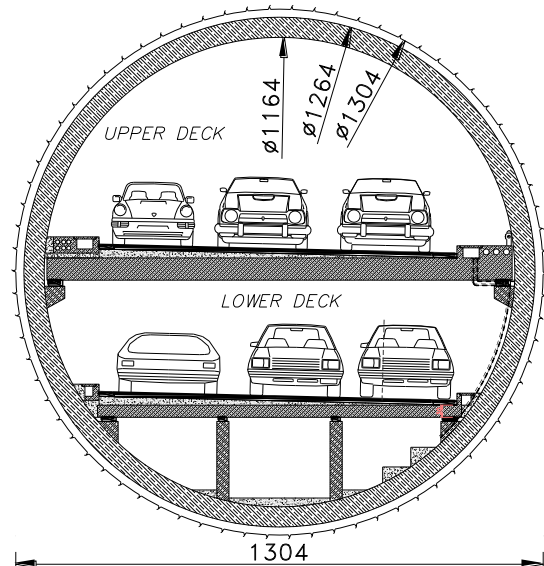
مبانی طراحی بکارگرفته شده در محاسبات سیستم تهویه تونل ادامه بزرگراه صیاد شیرازی به شرح زیر می باشد:

- تنها تردد خودروهای سواری برای تردد در این تونل مجاز می باشد.
- سال طراحی یا افق طرح ۱۴۰۴ هجری شمسی می باشد.
- مقدار مجاز آلاینده ها در تونل مطابق جدول ۱ درج شده است.
- حین بهره برداری تونل های جاده ای، دود و گازهای ناشی از احتراق موتور خودروهای درونسوز بنزینی و گازوئیلی از عوامل اصلی آلودگی می باشند. گازهای موجود در تونل، حاصل از احتراق وسایل نقلیه بنزینی و دیزلی، شامل مونواکسیدکربن، دی اکسیدکربن، اکسیدهای ازت، دی اکسید سولفور و هیدروکربن های نسوخته (دوده) می باشند.
- اگر چه محصولات مختلف حاصل از احتراق سوخت در موتورهای درونسوز هریک ویژگی ها و خواص ویژه خود را دارند، اما مهمترین آنها از نظر سلامتی با توجه به میزان تولید، مونواکسیدکربن است. در جدول ۲ جریان ترافیک حداکثر در یک مسیر از تونل ادامه بزرگراه صیاد شیرازی منطبق با PIARC - 1995 به منظور بکارگیری در محاسبات تهویه درج شده است.
- در محاسبات تهویه حداکثر سرعت هوا در تونل برابر ۸ متر بر ثانیه و در چاه ۲۰ متر در ثانیه در نظر گرفته می شود.

از آنجا که تونل ها فضای بسته ترافیکی هستند می توان گفت که همه تونل های ترافیکی نیاز به تهویه دارند. حال ممکن است، این تهویه به صورت طبیعی انجام شود و یا به وسیله اثر پیستونی وسایل نقلیه و یا با وسایل مکانیکی صورت پذیرد. یعنی به منظور نگهداشتن گازهای سمی و آلاینده ها در حد قابل قبول در حالت کار عادی و یا خارج کردن گازهای داغ و دود در زمان آتش سوزی، یک سیستم تهویه مورد نیاز است. سیستم تهویه ای که انتخاب می شود باید توانایی تهویه در حالت عادی و اضطراری را داشته باشد و همچنین از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد. با توجه به تردد ترافیکی در تونل و انتشار انواع آلاینده های ناشی از احتراق موتورهای درونسوز در این تونل وظیفه سیستم تهویه رقیق نمودن آلودگی های تونل تا حد مجاز مورد انتظار است. همچنین در شرایط وقوع آتش سوزی در تونل، دود و آلاینده ها باید به بیرون تونل بگوه ای هدایت گردند که از انتشار آلاینده های ناشی از آتش سوزی در کل فضای تونل یا برگشت لایه دود ممانعت بعمل آید.

۲- معرفی پروژه

مسیر فعلی بزرگراه صیاد شیرازی در حال حاضر از بزرگراه بابایی در مرز منطقه ۴ شروع و پس از گذشتن از مناطق ۴ و ۷ به میدان سپاه در منطقه ۷ شهرداری تهران ختم می گردد. با توجه به اهمیت و نقش ترافیکی این مسیر که ارتباط دهنده مناطق مسکونی شمال و شرق تهران با مرکز شهر بوده و در میدان سپاه خاتمه می یابد، توسعه و ادامه آن به سمت جنوب به منظور افزایش دسترسی ها و بهبود شاخص های ترافیکی در آن محدوده ضروری است. مطالعات انجام گرفته نشان دهنده امکان احداث یک تونل دو طبقه جهت رفت و برگشت خودروها در مسیر ذکر شده می باشد. در شکل ۱ مقطع تونل و در شکل ۲ پلان مسیر تونل نشان داده شده است.



شکل ۱- مقطع عرضی تونل

جدول ۱- حد مجاز پیشنهادی برای غلظت آلوده‌کننده‌های مونواکسید کربن، اکسیدازت و دی‌اکسیدازت در تونل صیاد

آلوده کننده	حد مجاز	واحد	مرجع مورد استفاده
مونواکسید کربن	ترافیک عادی	70	ppm
	ترافیک متراکم	70	ppm
	ترافیک فشرده	100	ppm
	راه بندان*	250	ppm
اکسیدازت	25	ppm	نوروز Norwegian Public Roads Administration
دوده	1.5	mg/m ³	نوروز Norwegian Public Roads Administration

جدول ۲- جریان ترافیک حداکثر در یک مسیر از تونل ادامه بزرگراه صیاد شیرازی (PIARC – 1995)

نوع وسیله نقلیه	ترافیک ساعتی			
	جریان حداکثر ترافیک Fluid peak traffic 50 - 100 km/h	ترافیک سنگین دائم Daily congested traffic, standstill on all lanes	ترافیک سنگین استثنایی Exceptional congested traffic, standstill on all lanes	حالت بحرانی (رام‌بندان) Closing of the tunnel
سرعت وسایل (Km/h)	۶۰	۵۵	۴۵	۱۰
سواری	۱۸۹۳	۲۳۸۷	۳۱۲۸	۴۶۹۲
معدل سواری	۱۸۹۳	۲۳۸۷	۳۱۲۸	۴۶۹۲

۴- محاسبه حجم آلودگی در تونل

به منظور محاسبه حجم آلودگی در تونل صیاد از استانداردها و توصیه‌نامه‌های نوروز، فرانسه و پبارک استفاده شده است. برآورد حجم آلاینده‌ها در روش پبارک بر اساس ECE15/00، ECE15/04، Euro4، Euro2، US83 و Euro4 انجام گرفته است.

۵- انتخاب سیستم تهویه تونل ادامه بزرگراه صیاد

به منظور تهویه تونل‌های جاده‌ای با تردد ترافیکی روش‌های زیر بکار گرفته می‌شوند:

الف- تهویه طبیعی

ب- تهویه ناشی از اثر پیستونی

ج- تهویه طولی

د- تهویه نیمه عرضی

ه- تهویه عرضی

هر یک از روش‌های ذکر شده دارای محدودیت‌هایی در کاربرد هستند. اما همانگونه که در "آیین نامه ایمنی راه‌ها - نشریه شماره ۵-۲۶۷ (تاسیسات ایمنی راه) - سازمان مدیریت و برنامه ریزی و وزارت راه و ترابری - ۱۳۸۴" ذکر شده "سیستم تهویه طولی با استفاده از چاه، بهترین روش تهویه تونل می‌باشد. در این حالت با حفر چاه در قسمت‌های مختلف، می‌توان طول تونل را به چند بخش تقسیم کرد و تهویه هر بخش را توسط هر کدام از چاه‌های مربوطه انجام داد. به طور کلی سیستم تهویه طولی با استفاده از چاه با بادبزنی یا به صورت طبیعی، مناسب‌ترین و اقتصادی‌ترین روش تهویه تونل می‌باشد. هنگامی که امکان حفر چاه نباشد یا چاهی وجود نداشته باشد، مناسب‌ترین روش، سیستم تهویه طولی با استفاده از بادبزنی است. روش تهویه طولی با نصب بادبزنی در سقف تونل برای تونل‌هایی با طول تا ۲۰۰۰ متر قابل استفاده می‌باشد. البته برای تونل‌هایی با طول بیش از ۲۰۰۰ متر نمی‌توان از سیستم تهویه طولی با بادبزنی استفاده کرد. زیرا سرعت هوا در داخل تونل بیش از حد استاندارد ۸ m/s و همچنین تجمع آلودگی در دهانه خروج هوا خیلی افزایش می‌یابد. سیستم تهویه تمام عرضی به علت بالا بودن هزینه، در موارد خاص یا هنگامی که نتوان از سیستم تهویه طولی استفاده کرد به کار برده می‌شود. برای تونل‌هایی با طول بیش از ۲۰۰۰ متر که امکان حفر چاه وجود ندارد، باید از سیستم تهویه عرضی یا نیمه عرضی استفاده کرد. شایان یادآوری است اگر چه روش‌های تهویه عرضی و نیمه عرضی برای تونل‌هایی با طول بیش از ۲۰۰۰ متر که امکان استفاده از این روش‌های تهویه طولی وجود ندارد به کار می‌رود اما استفاده از این روش‌ها به علت بالا بودن هزینه و مشکلات تعمیر و نگهداری، مقرون به صرفه نمی‌باشد. لذا می‌توان با حفر مسیرهای دسترسی افقی یا قائم طول مسیر تهویه را کاهش داده تا به روش طولی، تهویه تونل را انجام پذیرد."

با توجه به موارد ذکر شده در آیین نامه ایمنی راه‌ها - نشریه شماره ۵-۲۶۷، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، و توجه به این نکته که تونل صیاد دارای طول بیش از ۲۰۰۰ متر است، برای تهویه مکانیکی این تونل می‌توان از روش تهویه طولی با حفر چاه تهویه استفاده کرد. از طرفی با توجه به طول تونل صیاد و عمق اجرای آن،

۷- روش های مورد استفاده در محاسبه مقدار هوای لازم به منظور رقیق کردن آلاینده ها

شدت جریان هوای لازم برای تهویه تونل، بر اساس رقیق کردن گازهای مونواکسیدکربن و اکسیدهای ازت برای شرایط ترافیکی عادی، راه‌بندان، آتش‌سوزی با توجه به عواملی مانند طول، شیب، سرعت وسایل نقلیه، ارتفاع از سطح دریا و جریان ترافیک محاسبه شده و انتخاب شدت جریان نهایی هوا بر اساس بالاترین عدد بدست آمده صورت گرفت.

لازم به ذکر است که شرایط راه‌بندان هنگامی اتفاق می‌افتد که به علت وقوع تصادف و یا حریق در تونل، راه‌بندان ایجاد شود، در منطقه تصادف، صفی از اتومبیل‌ها بوجود می‌آید. حداکثر میزان آلودگی مونواکسیدکربن زمانی ایجاد می‌شود که اتومبیل‌ها به حالت درجا در تونل کار کنند.

همچنین برای محاسبه هوای مورد نیاز در شرایط آتش‌سوزی، ابتدا باید سرعت بحرانی را محاسبه کرد. سرعت بحرانی، حداقل سرعت هوا در تونل است که در زمان آتش‌سوزی مانع از برگشت لایه دود به سمت محل آتش‌سوزی گردد.

۸- برآورد مقدار هوای لازم برای رقیق سازی آلاینده ها در تونل بر اساس روش های مختلف

با توجه به اینکه در شرایط کنونی میزان آلاینده‌گی خودروهای در حال تردد در شهر، در محدوده بزرگی از استانداردهای یورو قرار دارند، از این رو برآورد حجم هوای مورد نیاز برای رقیق سازی آلاینده‌ها به روش‌های زیر انجام گرفت تا بر اساس دامنه تغییرات حجم هوای مورد نیاز و برنامه‌ریزی شرکت‌های تولید کننده خودرو برای رعایت استانداردها تصمیم‌گیری مناسبی انجام گیرد:

- تعیین حجم هوای لازم برای رقیق‌سازی آلاینده‌های خودرویی در تونل به روش استاندارد نروژ ۱۹۸۰
- تعیین حجم هوای لازم برای رقیق‌سازی آلاینده‌های خودرویی در تونل به روش استاندارد نروژ ۲۰۰۳-۲۰۰۴
- تعیین حجم هوای لازم برای رقیق‌سازی آلاینده‌های خودرویی در تونل بر اساس PIARC ECE 15/00
- تعیین حجم هوای لازم برای رقیق‌سازی آلاینده‌های خودرویی در تونل بر اساس PIARC ECE 15/04
- تعیین حجم هوای لازم برای رقیق‌سازی آلاینده‌های خودرویی در تونل بر اساس PIARC US 83
- تعیین حجم هوای لازم برای رقیق‌سازی آلاینده‌های خودرویی در تونل بر اساس PIARC Euro 2
- تعیین حجم هوای لازم برای رقیق‌سازی آلاینده‌های خودرویی در تونل بر اساس PIARC Euro 4

به منظور تامین ایمنی نیاز به دسترسی جهت فرار و نجات در طول مسیر تونل می‌باشد. شرایط سطحی شامل بافت فشرده مسکونی و بازار، وجود بناهای مهم و تاریخی و... امکان اجرای دسترسی‌های افقی را محدود می‌سازد. لذا دسترسی‌های قائم‌گزینه مقبول‌تری می‌باشند چرا که می‌توان از این دسترسی‌ها برای سیستم تهویه نیز استفاده کرد. به منظور بکارگیری دسترسی‌های قائم و تعیین ابعاد و فواصل آنها می‌بایست حجم هوای مورد نیاز تهویه جهت رقیق‌سازی انواع آلاینده‌ها محاسبه گردد. از طرفی جهت اجرای تونل سرویس، به دلیل حجم بالای آلودگی در تونل، نیاز به سطح مقطعی معادل تونل اصلی بوده و همچنین اجرای چاه تهویه نیز الزامی می‌باشد جدا از موارد ذکر شده، هزینه تملیک برای تونل سرویس، اجرای پروژه را غیر اقتصادی می‌نماید.

۶- روش تامین هوای تازه و خروج هوای آلوده طبقات بالایی و پائینی تونل صیاد

بر اساس بررسی‌های فنی و اقتصادی، روش مناسب و مقرون به صرفه جهت تهویه تونل صیاد شیرازی استفاده از روش تهویه طولی با حفر چاه می‌باشد. در این روش با حفر چاه تهویه در فواصل مشخص به منظور تهویه و همچنین استفاده از آنها جهت مسیرهای فرار می‌توان ضمن استفاده از روش تهویه طولی، ایمنی مسافران در شرایط اضطراری را نیز افزایش داد.

بطور کلی تهویه تونل صیاد بدین‌گونه می‌باشد که توسط بادبزن‌های اصلی مستقر در دهانه چاه‌های تهویه، هوای تازه به درون چاه دهنش شده و با جریان هوا در تونل توسط بادبزن‌های مستقر در طول تونل و رقیق‌سازی آلاینده‌ها تا حد مجاز، توسط بادبزن‌های مکشی مستقر در دهانه چاه تهویه بعدی هوای آلوده به بیرون تونل انتقال یافته و تهویه تونل انجام می‌گیرد. براین اساس بادبزن‌های اصلی وظیفه انتقال هوا از دهانه چاه به به اولین سری بادبزن‌های نصب شده در طول تونل را دارند و بادبزن‌های نصب شده در تونل نیز وظیفه به جریان انداختن هوا در فاصله بین دو چاه تهویه را داشته و سپس هوای آلوده توسط بادبزن‌های مکشی به بیرون تونل منتقل می‌شوند. بکارگیری بادبزن‌های تهویه می‌تواند ضمن تامین و کنترل جریان هوا در طول تونل در شرایط ترافیک عادی، در شرایط آتش‌سوزی نیز جهت و سرعت بحرانی مورد نیاز را تامین و کنترل نماید.

در شرایط آتش‌سوزی، در ابتدا تمامی بادبزن‌های تهویه اصلی و بادبزن‌ها در طول تونل خاموش گردیده و سپس بر اساس شرایط آتش‌سوزی بادبزن‌های اصلی و بادبزن‌ها وارد مدار گردیده، بگونه‌ای که سرعت هوا در تونل به حد سرعت بحرانی برسد و از ایجاد لایه برگشت دود در تونل جلوگیری نماید.

۸-۱- جمع بندی نتایج محاسبات آلودگی

میزان گازهای آلاینده و حجم هوای مورد نیاز برای رقیق سازی آنها بر اساس روش های ذکر شده در تونل محاسبه شد و تاثیر آن فاصله و تعداد چاه های تهویه بررسی گردید. در جدول ۳ نتایج محاسبات برای سه وضعیت CO مجاز معادل 250ppm، 400ppm و نامحدود (∞) در شرایط راه بندان و مقدار CO مجاز برابر 100ppm برای سایر شرایط ترافیکی درج شده که نشان دهنده تاثیر قابل توجه مقدار CO مجاز شرایط ترافیک راه بندان بر سیستم تهویه و فاصله چاه های تهویه می باشد.

جدول ۳- نتایج محاسبات برای CO مجاز در شرایط راه بندان معادل 250ppm، 400ppm و نامحدود (∞) و مقدار CO مجاز 100ppm برای سایر شرایط ترافیکی بر اساس روش های مختلف محاسباتی (مقادیر داخل پرانتز مربوط به استاندارد نروژ می باشد)

تعداد چاه مورد نیاز سیستم تهویه					فاصله چاه های مورد نیاز سیستم تهویه
شرایط ترافیکی	راه بندان	ترافیک فشرده	ترافیک متراکم	ترافیک عادی	
سرعت خودرو km/h	10	40	45	60	
مقدار مجاز CO (m)	250	100(150)	100(150)	100(150)	
استاندارد نروژ-توسعه	نروژ	13			861
	Piarc US 83	46			239
	Piarc ECE 1504	34			294
	Piarc Euro2	18			543
	Piarc Euro4	5			1923

تعداد چاه مورد نیاز سیستم تهویه					فاصله چاه های مورد نیاز سیستم تهویه
شرایط ترافیکی	راه بندان	ترافیک فشرده	ترافیک متراکم	ترافیک عادی	
سرعت خودرو km/h	10	40	45	60	
مقدار مجاز CO (m)	400	100(150)	100(150)	100(150)	
استاندارد نروژ-توسعه	نروژ	13			861
	Piarc US 83	46			239
	Piarc ECE 1504	26			369
	Piarc Euro2	12			869
	Piarc Euro4	3			3011

تعداد چاه مورد نیاز سیستم تهویه					فاصله چاه های مورد نیاز سیستم تهویه
شرایط ترافیکی	راه بندان	ترافیک فشرده	ترافیک متراکم	ترافیک عادی	
سرعت خودرو km/h	10	40	45	60	
مقدار مجاز CO (m)	∞	100(150)	100(150)	100(150)	
استاندارد نروژ-توسعه	نروژ	13			861
	Piarc US 83	46			239
	Piarc ECE 1504	26			369
	Piarc Euro2	7			1353
	Piarc Euro4	2			4492

۹- طراحی چاه های تهویه

۹-۱- تعیین موقعیت چاه های تهویه

در طراحی سیستم تهویه، مسیر جریان هوای تازه در طبقات مختلف

تونل براساس مسیر ترافیک در نظر گرفته شد. به منظور تامین ایمنی بیشتر سیستم تهویه و همچنین کنترل جریان هوا در تونل در شرایط آتش سوزی، برای هر دهش و مکش هوا در فاصله بین دو چاه تهویه و برای هر طبقه، بادبزن های تهویه مجزا و با عملکرد مستقل در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه جهت جریان هوا در طبقه بالایی مطابق با مسیر ترافیک تونل ادامه بزرگراه صیاد شیرازی از جنوب به شمال و در طبقه پائینی جهت جریان هوا و مسیر ترافیک از شمال به جنوب است، جانمایی چاه های تهویه دهش و مکش هوا برای هر طبقه بطور جداگانه از دو سمت جنوب به شمال و شمال به جنوب انجام گرفت که نتیجه محاسبات نشان دهنده نیاز به ۷ چاه تهویه مکش و دهش برای طبقه بالایی و ۹ چاه تهویه دهش و مکش برای طبقه پائینی بود.

بر این اساس مناسب ترین گزینه، باید شرایط همپوشانی مناسب تری برای چاه های تهویه دو طبقه را داشته باشد که نتایج بررسی ها نشان دهنده گزینه جانمایی چاه های تهویه هر یک از طبقات از مسیر جنوب به شمال می باشد. از این رو نیاز به ۹ چاه تهویه دهش و مکش برای طبقه بالایی و ۹ چاه تهویه دهش و مکش برای طبقه پائینی می باشد. متوسط فاصله چاه های تهویه برابر ۱۰۰۰ متر، کمترین فاصله بین دو چاه ۹۶۲ متر و بیشترین فاصله آنها ۱۱۴۸ متر می باشد.

از سازه چاه های تهویه جهت دسترسی به سطح استفاده می شود. یعنی در محل چاه تهویه، سازه های ایمن، سازه دسترسی به سطح، انتقال تجهیزات و تاسیسات (برق، آب و...) و... انجام می گیرد.

۹-۲- قطر چاه های تهویه

قطر چاه های تهویه بر اساس سرعت مجاز جریان هوا در چاه و جریان هوای مورد نیاز در هر بخش تونلی که باید هوای تازه آن بخش توسط چاه تهویه تامین گردد، تعیین می شود.

با توجه به حداکثر سرعت هوا در چاه تهویه، حداقل قطر مفید چاه تهویه برای طبقه بالایی تونل برابر ۵/۱ متر و برای طبقه پائین ۴/۳ متر می گردد. قطر چاه تهویه برای سیستم تهویه دهش و مکش هر یک از طبقات برابر می باشد.

۱۰- مشخصات بادبزن های تهویه (دبی و فشار هوای تولیدی)

۱۰-۱- مشخصات بادبزن های اصلی

بر اساس محاسبات انجام گرفته حجم هوای مورد نیاز جهت تهویه طبقه بالا برابر ۳۶۸ مترمکعب بر ثانیه و حجم هوای مورد نیاز جهت تهویه طبقه پائین برابر ۲۵۶ مترمکعب بر ثانیه می باشد. بر این اساس مشخصات بادبزن های اصلی دهشی و مکشی با تاثیر ضرایب نشت، افت فشارهای استاتیکی و دینامیکی و موانع و افت ناشی از تهویه

طبیعی تعیین می شود.

دود را تامین نماید. در این بخش سناریوی آتش سوزی فرضی در تونل و روش کنترل و هدایت دود مورد بررسی قرار می گیرد. فرضیات این سناریو به شرح ذیل می باشد:

۱۰-۲- مشخصات بادبزن ها

مشخصات بادبزن ها بر اساس حجم هوایی که باید توسط آنها در تونل به جریان افتد و فشار لازم جهت انتقال هوا در فاصله بین دو ایستگاه بادبزن تعیین می گردد. نتایج محاسبات نشان دهنده نیاز به بادبزن هایی با مشخصات مندرج در جدول ۴- جهت سیستم تهویه تونل در هر یک از طبقات می باشد.

جدول ۴- مشخصات بادبزن های مورد نیاز جهت نصب در طول تونل

مشخصات فنی	واحد	طبقه بالا	طبقه پائین
نوع بادبزن تهویه		بادبزن سقفی	بادبزن سقفی
دبی تولیدی	(m ³ /sec)	28.0	15.0
تراست بادبزن	(N)	1780	1723
قطر بادبزن	(m)	1.10	0.7
فاصله بادبزنها	(m)	80	80
تعداد بادبزن در هر مقطع		2	2
کل تعداد بادبزن		218	218

- ۱- آتش سوزی در طبقات بالا یا پائین اتفاق افتاده است.
- ۲- بار آتش بر اساس شدت ترافیک برابر ۳۰ مگاوات در نظر گرفته می شود.
- ۳- حداکثر درجه حرارت ایجاد شده در بیشترین بار آتش سوزی حدود ۸۰۰ درجه سانتیگراد می باشد.
- ۴- زمان از شروع آتش سوزی تا رسیدن به دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد کمتر از ۲۰ دقیقه می باشد.
- ۵- فعالیت هایی که با مشاهده آتش سوزی در تونل انجام می گیرد به شرح ذیل می باشد:

- با وقوع حادثه آتش سوزی در تونل، سیستم تهویه شامل بادبزن های اصلی دهش و مکش و بادبزن های نصب شده در طول تونل بلافاصله خاموش شده تا سرعت جریان هوا در تونل به صفر برسد. اندازه گیری جریان هوا توسط ابزارهای نصب شده در تونل انجام می گیرد.

- بر اساس حجم آتش سوزی و سرعت رشد آن، جریان هوای دهش شده به تونل توسط بادبزن اصلی دهش و بادبزن های نصب شده در تونل به منظور کنترل لایه دود و جلوگیری از برگشت آن تنظیم می شود.

- بادبزن مکش نیز متناسب با حجم هوای دهش شده، هوای آلوده را از تونل خارج می نماید.

در جدول ۵ تاثیر حجم آتش بر سرعت جریان هوا نشان داده شده است.

جدول ۵- تاثیر حجم آتش بر سرعت و شدت جریان هوا در طبقات بالا و پائین

بار آتش سوزی MW	طبقه بالا		طبقه پائین	
	حداقل سرعت بحرانی هوا m/s	حجم هوای دهش m ³ /s	حداقل سرعت بحرانی هوا m/s	حجم هوای دهش m ³ /s
5	0.81	38.0	0.93	28.9
10	1.02	47.8	1.17	36.5
15	1.17	54.8	1.34	41.7
20	1.29	60.3	1.48	45.9
25	1.39	64.9	1.59	49.5
30	1.48	69.0	1.69	52.6

۱۲- جمع بندی طراحی سیستم تهویه

بر اساس آنچه در این گزارش ارائه گردید، روش تهویه تونل صیاد بدین گونه خواهد بود که توسط بادبزن های محوری اصلی مستقر در چاه های تهویه در طول تونل ادامه بزرگراه صیاد شیرازی با فواصل

۱۱- عملکرد سیستم تهویه در شرایط آتش سوزی

در صورت وقوع آتش سوزی در تونل، سیستم تهویه غیر فعال شده تا جریان هوا در تونل متوقف شود. بر اساس حجم آتش سوزی، حداقل سرعت هوا به منظور هدایت دود و آلاینده ها به سمت نزدیکترین خروجی و همچنین جهت جلوگیری از برگشت لایه دود در تونل (با کنترل سرعت هوا با سرعت سنج نصب شده در تونل) توسط بادبزن های اصلی و بادبزن ها ایجاد می گردد. لازم به ذکر است که می بایست تمامی بادبزن های اصلی نصب شده در چاه تهویه مجهز به سیستم کنترل فرکانس و دور موتور بوده تا حجم هوای دهش / مکش شده به تونل قابل کنترل باشد. همچنین با فعال شدن تعدادی از بادبزن ها در تونل، نیز می توان جریان هوا در طول تونل را کنترل کرد.

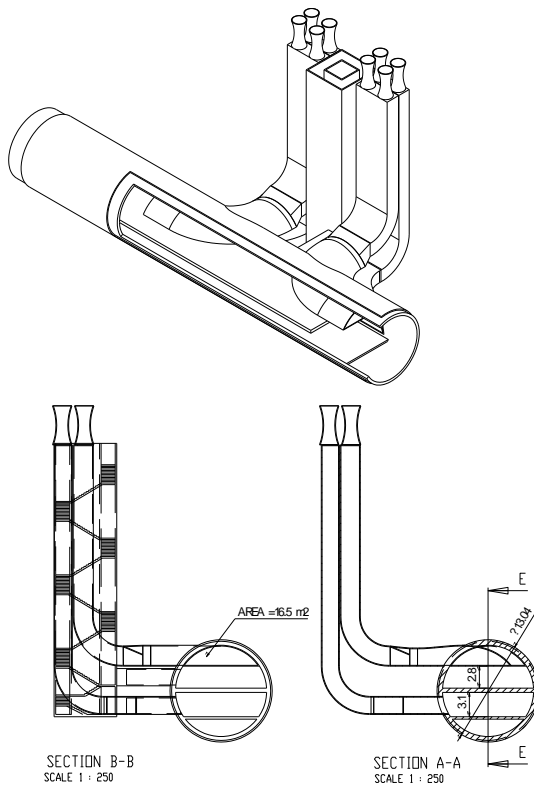
۱۱-۱- بررسی عملکرد سیستم تهویه در یک سناریوی آتش

سوزی

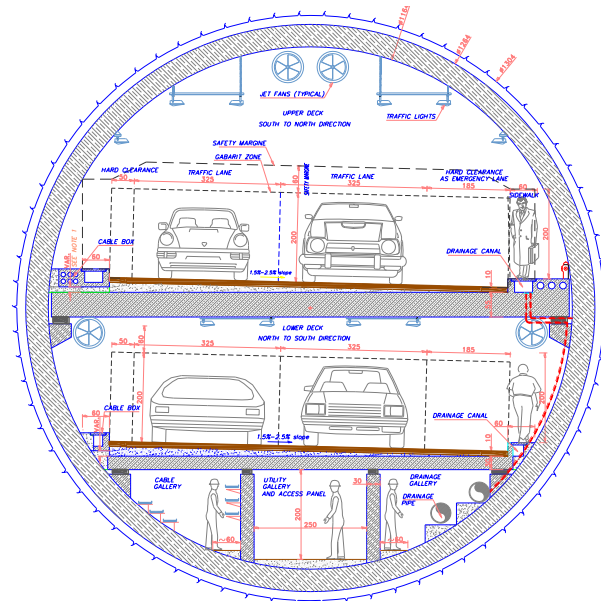
تجهیزات تهویه باید بتواند در شرایط آتش سوزی جوابگوی نیاز سیستم باشد و حداقل سرعت مورد نیاز به منظور کنترل و هدایت

۱۰۰۰ متر، هوای تازه به داخل تونل دهش شده و سپس هوای تازه توسط بادبزن‌های نصب شده در تونل به منظور رقیق‌سازی هوا در طول تونل به جریان افتاده و در انتهای هر بخش هوای آلوده توسط بادبزن‌های مکشی مستقر در چاه تهویه به بیرون تونل انتقال می‌یابد. جریان هوا در هر یک از طبقات منطبق بر جهت ترافیک می‌باشد تا از اثر پیستونی حرکت خودروها در طول تونل به منظور جریان انتقال آسانتر جریان هوا استفاده شود.

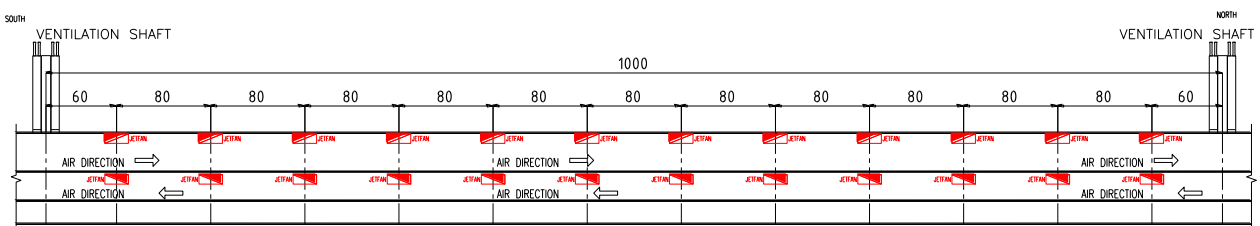
در شکل ۳- موقعیت جانمایی بادبزن‌های تهویه در مقطع تونل و در هر یک از طبقات نشان داده شده است. در شکل ۴ تجهیزات سیستم تهویه در حد فاصل بین دو چاه تهویه و در شکل ۵ جانمایی بادبزن‌ها در فاصله بین دو چاه تهویه نشان داده شده است.



شکل ۴- سازه چاه تهویه و روش انتقال هوا به/از تونل‌ها



شکل ۳- موقعیت جانمایی بادبزن‌های تهویه در مقطع تونل و در هر یک از طبقات



شکل ۵- جانمایی بادبزن‌ها در فاصله بین دو چاه تهویه

مراجع

- [۱] علیزده، حمیدرضا؛ طرح مقدماتی تهویه تونل ادامه بزرگراه صیاد شیرازی ، 1046 EN TU GRP0261 B0 ، شرکت مهندسی مشاور هندسه پارس- سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران ، ۱۳۸۹ .