به نام

حضرت دوست

دانشگاه صنعتی امیرکبیر(پلی‌تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی معدن متالورژی و نفت

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

گرایش استخراج معدن

عنوان پایان‌نامه :

طراحی سیستم تهویه خط یک مترو تهران حدفاصل میرداماد تا تجریش

نگارش :

بابک آذرفر

استاد راهنما :

مهندس حسن مدنی

استاد مشاور :

دکتر مصطفی شریف زاده

زمستان ۱۳۸۷

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی‌تکنیک تهران)

بسمه تعالی

فرم اطلاعات پایان‌نامه
کارشناسی- ارشد و دکترا

تاریخ:
شماره:

معاونت پژوهشی
فرم پروژه تحصیلات تکمیلی ۷

مشخصات دانشجو:

نام و نام خانوادگی: بابک آذرفر — دانشجوی آزاد ● — بورسیه ○ — معادل ○

شماره دانشجوئی: ۸۵۱۲۷۰۲۸ — دانشکده: مهندسی معدن و متالورژی — رشته تحصیلی: مهندسی معدن — گروه: استخراج

مشخصات استاد راهنما:

نام و نام خانوادگی: سید حسن مدنی — درجه و رتبه: استادیار

نام و نام خانوادگی: — درجه و رتبه:

مشخصات استاد مشاور:

نام و نام خانوادگی مصطفی شریف زاده: — درجه و رتبه: استادیار

نام و نام خانوادگی: — درجه و رتبه:

عنوان پایان‌نامه به فارسی :

طراحی سیستم تهویه خط یک مترو تهران حد فاصل میرداماد تا تجریش

عنوان پایان‌نامه به انگلیسی:

DESIGN OF THE VENTILATION SYSTEM OF TEHRAN METRO LINE NO.1 MIRDAMAD - TAJRISH

نوع پروژه: کارشناسی ارشد ● دکترا ○ — کاربردی ○ بنیادی ● توسعه‌ای ○ — سال تحصیلی: ۸۶-۸۷ نظری ○

تاریخ شروع :۸۶/۷/۱ — تاریخ خاتمه : ۸۷/۱۱/۱۶ — تعداد واحد : ۶ — سازمان تأمین کننده اعتبار : ---

واژه‌های کلیدی به فارسی: تهویه، مترو، تونل‌های شهری، ایمنی

واژه‌های کلیدی به انگلیسی : Ventilation, Subway, Urban tunnel, Safety

مشخصات ظاهری	تعداد صفحات ۱۳۵	تصویر ●	جدول ●	نمودار ●	نقشه ○	واژه‌نامه ○	تعداد مراجع ۲۰	تعداد صفحات ضمائم ندارد
زبان متن	فارسی			انگلیسی		چکیده	فارسی ●	انگلیسی ●
یادداشت								

نظرها و پیشنهادها به منظور بهبود فعالیت‌های پژوهشی دانشگاه

استاد:

دانشجو:

امضاء استاد راهنما: **تاریخ:**

۱ : ارائه به معاونت پژوهشی به همراه یک نسخه الکترونیکی از پایان‌نامه و فرم اطلاعات پایان‌نامه بصورت **PDF** همراه چاپ چکیده (فارسی انگلیسی) و فرم اطلاعات پایان‌نامه

۲ : ارائه به کتابخانه دانشکده (شامل دو جلد پایان نامه به همراه نسخه الکترونیکی فرم در لوح فشرده طبق نمونه اعلام شده در صفحه خانگی کتابخانه مرکزی) مرکزی)

و کلام تو در جان من نشست
و من آن را حرف به حرف
باز گفتم. (احمد شاملو)

بر خود لازم می‌دانم از استاد بزرگوار، **آقای مهندس حسن مدنی** که در طول هفت سال تحصیل، همواره راهنما و مشوق اینجانب بوده‌اند و در دوره انجام این رساله نیز زحمات فراوانی را متحمل شدند، کمال تشکر و سپاس را داشته باشم.
همچنین بر خود لازم می‌دانم از استاد بزرگوار، **آقای دکتر مصطفی شریف‌زاده** که در تمام مدت انجام این رساله، از محبت و عنایتشان برخوردار بودم، کمال تشکر را داشته باشم.

واجب می‌دانم از آقایان **دکتر مجید عطایی پور** و **دکتر فرهنگ سرشکی** اساتید محترم ممتحن، که با بیان کاستیها و نقایص و ارایه پیشنهادات، بر غنای این رساله افزودند، سپاسگزاری کنم.

در طول انجام این پروژه، دوستان و سروران بسیاری متحمل زحمت شده‌اند. ضروری است از کلیه عزیزان به ویژه
آقای دکتر معظمی، مجری محترم خط یک مترو تهران
آقایان مهندس عامری و مهندس می‌آبادی از شرکت بهرو
آقای مهندس منیری از شرکت پژوهش
آقای دکتر مرتضوی
خانم مهندس آذرفر
و
سرکار خانم فارسی
کمال سپاس و تشکر را داشته باشم

تقدیم به

پدرم، سمبل استواری و امید

مادرم، اسوه ایثار و عطوفت

آنوش، مظهر تلاش و پشتکار

آرش، یکپارچه احساس و مهر

آزیتا، سراسر فداکاری و محبت

به آنان که دوستشان دارم و

شادی قلبهای مهربانشان، آرزوی من است.

چکیده

با توجه به توسعه روز افزون شبکه‌های حمل و نقل زیرزمینی، پیچیدگی و گسترش آن‌ها، تامین هوا با کیفیت مطلوب، به وسیله سیستم تهویه از اهمیت خاصی برخوردار است. در این مطالعه سعی شده است با استفاده از روابط و تئوری‌های موجود، تغییرات عوامل بیرونی و داخلی تونل‌ها را بررسی کرد و با تحلیل نتایج حاصل به بهینه سازی سیستم تهویه محیطی مترو کمک کرد. این تحقیق بیشتر بر روی سیستم کنترل محیطی مترو و تونل‌های زیرزمینی حدفاصل ایستگاه‌ها در طرح توسعه خط یک مترو تهران حدفاصل میرداماد تا تجریش متمرکز شده است. محاسبات نشان می‌دهد که کل گرمای داده شده به محیط در حدود ۲۶۰۰ کیلو وات است که به منظور بهسازی هوای محیط مترو، تهویه برودتی با روش رطوبت‌زنی در طول ایستگاه‌ها و تونل‌های مترو در نظر گرفته شده است. با توجه به محاسبات انجام شده، شدت جریان هوای مورد نیاز در ایستگاه ۵۰ متر مکعب در ثانیه و در هر یک از تونل‌های مجاور ایستگاه ۱۹ مترمکعب در ثانیه است و در صورت استفاده از سیستم مکش زیر سکویی با آهنگ مکش ۲۵ متر مکعب در ثانیه، حجم هوای مورد نیاز در ایستگاه به ۳۵ مترمکعب در ثانیه کاهش می‌یابد. به منظور بهینه سازی سیستم تهویه، لازم است مطالعات بیشتری بر روی استفاده از درب‌های جدا کننده سکو و دیوار ایمنی بین خطوط، انجام شود.

فهرست

عنوان	صفحه
مقدمه	**۱**
فصل اول- مترو، تاریخچه و مشخصات آن در تهران	**۳**
۱-۱- آشنایی	٤
۱-۲- مترو در دنیا	٤
۱-۳- مترو در ایران	٥
۱-٤- متروی تهران در قیاس با متروهای دیگر دنیا	۷
۱-٥- طرح توسعه خط یک مترو تهران	۸
فصل دوم- مبانی و الزامات لازم در طراحی سیستم تهویه	**۱٤**
۲-۱- آشنایی	۱٥
۲-۲- سیستم تهویه مترو	۱٦
۲ـ۲ـ۱ـ هوا رسانی	۱۷
۲ـ۲ـ۲ـ تهویه مطبوع	۱۸
۲-۲-۳- تهویه در شرایط اضطراری	۱۸
۲ـ۳ـ پارامترهای طراحی سیستم تهویه مترو	۱۹
۲ـ۳ـ۱ـ بار حرارتی ایجاد شده در ایستگاه‌ها و تونل‌ها	۲۰
۲-٤- تهویه ایستگاه‌ها و تونل‌های مترو	۲۲
۲-٤-۱- تهویه طبیعی ایستگاه‌ها و تونل‌های مترو	۲۲
۲-٤-۲- تهویه ناشی از اثر پیستونی	۲۳
۲-٤-۳-تهویه مکانیکی ایستگاه‌ها و تونل‌های مترو	۲٤
فصل سوم- مدل توزیع آلاینده ها در شبکه محیطی مترو	**۲٥**
۳-۱ آشنایی	۲٦
۳-۲- فرموله کردن مدل های توزیع آلاینده در شبکه مترو	۲٦

عنوان	صفحه
۳-۲-۱- پایه ریاضی	۲۶
۳-۲-۲- رفتار منابع	۲۸
۳-۳- مدل های فرعی واگن قطار	۲۹
۳-۳-۱- توزیع آلاینده به سبب سیستم های تهویه مطبوع	۳۰
۳-۳-۲- مبادله هوا بواسطه باز شدن درب های واگن	۳۱
۳-۳-۳- تبادل هوا بواسطه نشت از روزنه ها و منافذ	۳۲
۳-٤- مدل های فرعی نهشت گرد و غبار	۳۲
فصل چهارم- تهویه در شرایط اضطراری	**۳٤**
٤-۱- آشنایی	۳۵
٤-۲- مدل آتش‌سوزی در مترو	۳۵
٤-۳- هدف های کنترل دود و آتش	۳۷
٤-٤- شرایط ایمنی در مقابله با آتش‌سوزی	۳۷
٤-٤-۱- آهنگ تخلیه	۳۷
٤-٤-۲- تابش قابل تحمل	۳۸
٤-٤-۳- دمای هوای قابل تحمل	۳۸
٤-٤-٤- حداقل فاصله دید	۳۸
٤-٤-۵- سمیت	۳۹
٤-٤-٦- ریزش مصالح	۳۹
٤-٤-۷- از کار افتادن تجهیزات	۳۹
٤-٤-۸- سرعت هوا	٤۰
٤-۵- روش تهویه در شرایط اضطراری	٤۰
٤-٦- راه خروج اضطراری	٤۲
٤-٦-۱- تراکم ترافیک	٤۲

عنوان	صفحه
٤-٦-٢- نوع ترافیک	٤٢
٤-٦-٣- تراکم جمعیت	٤٢
٤-٦-٤- تهویه تونل	٤٣
٤-٦-٥- احتمال وجود افراد در دو سمت آتش	٤٣
٤-٦-٦- روشنایی	٤٣
٤-٦-٧- هزینه های ساخت و نگهداری	٤٣
٤-٦-٨- سیستم کنترل ترافیک	٤٣
٤-٦-٩- طول قطار	٤٤
٤-٦-١٠- خط نورد	٤٤
٤-٧- روش‌های برآورد سرعت بحرانی	٤٤
٤-٧-١- روابط تجربی	٤٤
٤-٧-٢- روش های پدیده شناسانه	٤٥
٤-٧-٣- دینامیک سیالات محاسباتی	٤٦
فصل پنجم- محاسبه مقدار گرمای داده شده به محیط مترو	**٤٧**
٥-١- آشنایی	٤٨
٥-٢- منابع آزادسازی گرما در محیط مترو	٤٨
٥-٢-١- گرمای آزاد شده در فضای ایستگاه	٤٨
٥-٢-٢- گرمای آزادشده در فضای تونل	٤٩
٥-٣- چگونگی محاسبه گرمای آزاد شده در فضای ایستگاه‌های مترو	٤٩
٥-٣-١- گرمای ناشی از روشنایی ایستگاه	٥٠
٥-٣-٢- گرمای آزاد شده ناشی از مسافرین	٥٠
٥-٣-٣- تجهیزات و وسایل متفرقه	٥١
٥-٤- چگونگی محاسبه گرمای آزاد شده در فضای تونل‌های مترو	٥١

عنوان	صفحه
۵-٤-۱- گرمای آزاد شده ناشی از ترمز گرفتن	۵۱
۵-٤-۲- گرمای آزاد شده ناشی از شتاب گرفتن	۵٤
۵-٤-۳- گرمای آزاد شده ناشی از سایر منابع	۵۷
۵-۵- گرمای آزاد شده در فضای ایستگاه و تونل‌های مترو	٦۰
۵-٦- توزیع گرمای داده شده به محیط مترو	٦۱
۵-٦-۱- توزیع فضایی گرمای آزاد شده ناشی از ترمز گرفتن در محیط مترو	٦۱
۵-٦-۲- توزیع فضایی گرمای آزاد شده ناشی از دستگاه تهویه مطبوع واگن‌ها در محیط مترو	٦۲
۵-٦-۳- توزیع فضایی کل گرمای داده شده به محیط مترو	٦٤
فصل ششم- محاسبه میزان هوای لازم برای خط یک مترو تهران	**٦۷**
٦-۱- آشنایی	٦۸
٦-۲- محاسبه گرمای آزاد شده در ایستگاه و تونل‌های مجاور آن	٦۸
٦-۲-۱- گرمای آزاد شده ناشی از ایستگاه	٦۹
٦-۲-۲- گرمای آزاد شده ناشی از ترمز گرفتن	۷۱
٦-۲-۳- گرمای آزاد شده ناشی از شتاب گرفتن	۷۳
٦-۲-٤- گرمای ناشی از روشنایی تونل	۷٦
٦-۲-۵- گرمای آزاد شده ناشی از سایر منابع	۷۷
٦-۲-٦- کل گرمای آزاد شده در محیط ایستگاه و تونل‌های مجاور آن	۷۸
٦-۳- توزیع فضایی کل گرمای داده شده به محیط مترو	۸۱
٦-٤- بهسازی هوای محیط مترو	۸۳
٦-۵- محاسبه مقدار هوای مورد نیاز	۸۳
٦-۵-۱- مقدار هوای مورد نیاز در ایستگاه	۸۵
٦-۵-۲- مقدار هوای مورد نیاز در تونل‌های مجاور ایستگاه	۸٦
٦-۵-۳- مقدار هوای مورد نیاز در شرایط اضطراری	۸٦

عنوان	صفحه
٦-٥-٤- کل مقدار هوای مورد نیاز	٨٨
فصل هفتم- طراحی سیستم تهویه خط یک مترو تهران	**٨٩**
٧-١- نحوه گردش هوا در محیط مترو	٩٠
٧-١-١- استفاده از شفت‌های مرتبط به هوای آزاد	٩٠
٧-١-٢- استفاده از یک اتاقک تهویه	٩٠
٧-١-٣- استفاده از اتاقک‌های تهویه در ایستگاه‌ها و تونل‌ها	٩١
٧-٢- محاسبه فشار تولیدی بادبزن‌ها	٩٤
٧-٢-١- فشار تولیدی بادبزن ایستگاه	٩٥
٧-٢-٢- فشار تولیدی بادبزن هواساز تونل‌ها	٩٥
٧-٢-٣- فشار تولیدی بادبزن هواکش میان تونلی	٩٦
٧-٣- محاسبه توان بادبزن‌ها	١٠١
٧-٣-١- بادبزن هوا ساز ایستگاه	١٠١
٧-٣-٢- بادبزن هوا ساز تونل‌ها	١٠١
٧-٣-٣- بادبزن هواکش میان تونلی	١٠١
٧-٤- انتخاب بادبزن‌ها	١٠١
٧-٥- سیستم مکش زیر سکویی	١٠٢
٧-٦- درب جدا کننده سکو	١٠٥
فصل هشتم- تجهیزات سیستم تهویه	**١٠٨**
٨-١- سیستم تهویه مطبوع در قطارهای متروی تهران	١٠٩
٨-١-١- واحد تهویه مطبوع	١٠٩
٨-١-٢- سیستم چرخش هوا	١٠٩
٨-١-٣- سیستم تخلیه	١١٠
٨-١-٤- سیستم کنترل تهویه مطبوع	١١٠

عنوان	صفحه
۸-۱-۵- سیستم گرمایش واگن‌ها	۱۱۰
۸-۲- تهویه ایستگاه و تونل‌های مجاور آن در متروی تهران	۱۱۱
۸-۲-۱- سیستم هوا ساز ایستگاه	۱۱۱
۸-۲-۲- سیستم هوا ساز تونل‌ها	۱۱۲
۸-۲-۳- هواکش‌های میان تونلی	۱۱۲
۸-۳- تجهیزات سیستم تهویه	۱۱۳
۸-۳-۱- فیلتر هوا	۱۱٤
۸-۳-۲- شوینده هوا	۱۱٤
۸-۳-۳- صدا گیر	۱۱٦
۸-۳-٤- دمپر تعادل و دمپر خودکار آتش	۱۱۷
۸-۳-۵- بادبزن	۱۱۸
فصل نهم- نتیجه‌گیری و پیشنهادات	**۱۲۱**
۹-۱- جمع بندی و نتیجه گیری	۱۲۲
۹-۲- پیشنهادات	۱۲۵
منابع و مراجع	**۱۲۷**

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول۱-۱- مشخصات نهایی خط یک متروی تهران	۱۱
جدول ۱-۲- مشخصات قطارهای قدیمی خط یک	۱۲
جدول ۱-۳- مشخصات قطارهای جدید خط یک	۱۳
جدول۵-۱- کل گرمای داده شده به یک سیستم نمونه به ازای هر قطار در سرعت‌های طراحی مختلف	٦۱
جدول ۵-۲- درصد گرمای داده شده به محیط ناشی از ترمز گرفتن به ازای هر قطار در سرعت‌های طراحی مختلف	٦۳
جدول ۵-۳- درصد گرمای داده شده به محیط ناشی از دستگاه تهویه مطبوع به ازای هر قطار در سرعت‌های طراحی مختلف	٦۳
جدول ۵-٤- درصد گرمای داده شده به بخش‌های مختلف محیط مترو به ازای هر قطار در سرعت‌های طراحی مختلف	٦٤
جدول ۵-۵- گرمای داده شده به محیط مترو به ازای هر قطار در سرعت‌های طراحی مختلف	٦۵
جدول ۵-٦- توزیع گرما در سرعت‌های طراحی مختلف	٦٦
جدول ٦-۱- مشخصات قطار و ایستگاه در خط یک مترو تهران	٦۸
جدول ٦-۲- مقدار گرمای آزاد شده در محیط ناشی از ایستگاه	۷۱
جدول ٦-۳- مقدار گرمای آزاد شده در محیط ناشی ازترمز گرفتن	۷۳
جدول ٦-٤- مقدار گرمای آزاد شده در محیط ناشی از شتاب گرفتن	۷٦
جدول ٦-۵- مقدار گرمای آزاد شده در محیط ناشی از سایر منابع	۷۹
جدول ٦-٦- کل گرمای آزاد شده در ایستگاه و تونل‌های مجاور آن	۷۹
جدول ٦-۷- توزیع فضایی گرمای داده شده به محیط	۸۱

عنوان	صفحه
جدول ٦-٨ سرعت بحرانی با توجه به شرایط تونل	٨٧
جدول ٧-١- افت فشار تجهیزات هوا ساز ایستگاه	٩٦
جدول ٧-٢- افت فشار تجهیزات هوا ساز تونل‌ها	٩٦
جدول ٧-٣- افت فشار در هوا کش میان تونلی	١٠٠
جدول ٧-٤- مشخصات بادبزن‌های مورد نیاز	١٠٢
جدول ٧-٥- افت فشار تجهیزات سیستم مکش زیر سکویی	١٠٤
جدول ٧-٦- مشخصات بادبزن‌های مورد نیاز در حالت استفاده از سیستم مکش زیر سکویی، بدون استفاده از درب‌های جدا کننده	١٠٦
جدول ٩-١- مشخصات بادبزن‌های مورد نیاز در شرایط عادی و استفاده از شوینده هوا	١٢٤
جدول ٩-٢- مشخصات بادبزن‌های مورد نیاز در حالت استفاده از سیستم مکش زیر سکویی	١٢٥

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- تونل در حال ساخت ایستگاه S1 ۱۰

شکل ۱-۲- شفت میانی حد فاصل ایستگاه S1 و ایستگاه میرداماد ۱۰

شکل ۱-۳- قطارهای جدید خط یک ۱۱

شکل ۱-٤- قطارهای قدیمی خط یک ۱۲

شکل ۳-۱- نمایش مقاطع مسیر حرکت در برنامه شبیه سازی محیط مترو ۲۷

شکل ۳-۲- نمایش شماتیک تبادل هوا ۲۹

شکل۳-۳- نمایش تبادل هوا بین داخل واگن و محیط اطراف در یک مقطع خاص ۳۰

شکل ٦-۱- سرعت انتقال مرحله اول بر حسب حداکثر سرعت طراحی ۷٤

شکل ٦-۲- نسبت گرمای آزاد شده در محیط ناشی از هریک از منابع ۸۰

شکل ٦-۳- گرمای آزاد شده در محیط ناشی از هریک از منابع ۸۰

شکل ٦-٤- نسبت گرمای آزاد شده در هر قسمت محیط مترو ۸۲

شکل ٦-۵- کل گرمای آزاد شده در محیط مترو ۸۲

شکل ۷-۱- نحوه گردش هوا در محیط مترو ۹۲

شکل ۷-۲- نحوه گردش هوا در محیط مترو با استفاده از دو هوا ساز در ایستگاه ۹۳

شکل ۷-۳- نمونه‌ای از طرح اتاقک تهویه بین تونلی ۹٤

شکل ۷-٤- نمایی از خروجی شفت میان تونلی در سطح خیابان، کشور مالزی ۹۵

شکل ۷-۵- مسیر عبور هوا در تونل‌های مترو ۹۸

شکل۷-٦- جانمایی منافذ مکش در زیر سکوها ۱۰۳

شکل۷-۷- جانمایی کانال‌های مکش در زیر سکوها ۱۰٤

شکل ۷-۸- ایستگاه مترو در سنگاپور ۱۰۷

عنوان	صفحه
شکل ۸-۱- طرح شماتیک هوا ساز ایستگاه	۱۱۲
شکل ۸-۲- طرح شماتیک هوا کش تونل‌ها	۱۱۳
شکل ۸-۳- فیلتر ساده هوا	۱۱٤
شکل ۸-٤- اتاق فیلتر توپی خودکار ایستگاه میرداماد	۱۱۵
شکل ۸-۵- طرح شماتیک یک واحد شوینده هوا	۱۱٦
شکل ۸-٦- تجهیزات واحد شوینده هوا	۱۱۷
شکل ۸-۷- یک نمونه صدا گیر مورد استفاده در هوا ساز ایستگاه	۱۱۸
شکل ۸-۸- دمپر تعادل	۱۱۹
شکل ۸-۹- بادبزن هوا ساز ایستگاه مترو میرداماد	۱۲۰

مقدمه

مشکلات حمل و نقل، ترافیک و آلودگی هوا در بسیاری از شهرهای بزرگ دنیا، سیستم حمل و نقل ریلی زیرزمینی یا مترو را به گزینه اول حمل و نقل عمومی این شهرها تبدیل کرده است. در تونل‌های مترو به عنوان بخشی از یک سیستم حمل و نقل سریع، تامین هوا با کیفیت بالا به منظور راحتی مسافران و کارکنان و همچنین وجود یک سیستم ایمنی در شرایط اضطراری بسیار ضروری است. تامین شرایط مناسب با اجرای سیستم تهویه تونل‌ها امکان پذیر است. سیستم تهویه باید قادر به بیرون راندن گرمای تولید شده به وسیله قطار و سیستم‌های ثابت نصب شده در محیط مترو از قبیل آسانسورها، پله‌های برقی، روشنایی و سیستم های تهویه مطبوع باشد. همچنین باید قادر به کنترل جریان دود در شرایط اضطراری و آتش سوزی باشد و بتوانند کیفیت هوا را در کمترین زمان ممکن به حد قابل قبول برساند. این مورد، برای بهینه سازی مصرف انرژی، به عنوان یک بخش مهم از صورت هزینه و درآمد شرکت‌های مدیریتی سیستم‌های حمل و نقل زیرزمینی، لازم و ضروری است.

از نظر تهویه، محیط مترو را به دو بخش مجزا تقسیم می‌کنند یکی ایستگاه‌ها و قسمت‌هایی که برای استفاده عموم در نظر گرفته شده است و دیگری تونل‌های مخصوص عبور قطار که ایستادن و رفت و آمد افراد در آن‌ها ممنوع است. مشخصات فیزیکی هوا که مسافرین با آن مواجه هستند شامل دما، رطوبت، سرعت، صدا و ارتعاش است که از بین آن‌ها شرایط گرمایی اهمیت بیشتری دارد.

سیستم تهویه یکی از مهمترین سیستم‌های کنترل محیطی به منظور کنترل دما در داخل تونل‌ها است. . در هر قسمت از مترو (تونل‌ها و ایستگاه‌ها) باید تعادل گرمایی برقرارشود یعنی باید مجموع گرمای ورودی و خروجی به آن محیط با یکدیگر برابر باشند. نبود تعادل گرمایی باعث تغییرات پیوسته دمای محیط مترو می-شود که این تغییرات دمایی برای کاربران مترو خوشایند نیست. مهمترین منابع آزاد سازی گرما در محیط مترو قطارها، تجهیزات مکانیکی و الکتریکی نصب شده در ایستگاه‌ها و تونل‌ها هستند. با محاسبه میزان گرمای آزاد شده در محیط مترو، می‌توان طراحی مناسب را به منظور تهویه خطوط و ایستگاه‌ها انجام داد.

در این مطالعه ابتدا به بررسی تاریخچه مترو در ایران و شهر تهران پرداخته‌ایم. پس از ارایه مبانی و

الزامات لازم در طراحی سیستم تهویه، سعی در ارایه مدلی برای توزیع آلاینده ها در محیط تونل ها و ایستگاه‌های مترو شده است. سپس به بررسی شرایط و نحوه کار سیستم تهویه در مواقع بروز حادثه و حریق در محیط مترو پرداخته‌ایم. در ادامه روش‌های محاسبه گرمای داده شده به محیط آورده شده و بر مبنای آن‌ها میزان گرمای آزاد شده در یک ایستگاه و تونل‌های مجاور آن برای خط یک متروی تهران محاسبه شده است. بر مبنای بار گرمایی آزاد شده، شدت جریان مورد نیاز هوا در بخش‌های مختلف مترو محاسبه شد و در انتها، پس از معرفی تجهیزات سیستم تهویه، نتایج حاصل، بررسی و تحلیل شده است.

فصل اول

مترو، تاریخچه و مشخصات آن در تهران

۱-۱- آشنایی

امروزه سیستم حمل و نقل ریلی زیرزمینی یا مترو به گزینه اول حمل و نقل عمومی شهرهای بزرگ دنیا تبدیل شده است. کاهش شدید بار ترافیکی و در نتیجه کاهش آلودگی هوا، انتقال سریع مسافرین، قابلیت پیش‌بینی دقیق مسافرت‌های شهری، امنیت بالا و هزینه جاری بسیار پایین‌تر، و در نتیجه سود سرشار غیر مستقیم حاصل از به‌کارگیری آن باعث شده است که این سیستم به سرعت در جهان در حال توسعه باشد.

۱-۲- مترو در دنیا

هم اکنون بسیاری از کشورهای جهان به دلیل استقبال شهروندان ساکن شهرهای بزرگ، از مترو به عنوان اولین و گسترده‌ترین سیستم حمل و نقل عمومی بهره می‌برند و به واقع نمی‌توان بسیاری از شهرهای بزرگ را بدون مترو تصور کرد.

در دنیا در حدود ۱۲۰ شهر از سیستم حمل و نقل ریلی استفاده می‌کنند و به نسبت هر شهر تقریبا روزانه معادل ۱۵۰ میلیون سفر شهری در حال انجام است. متوسط روزانه سفر با مترو در جهان در حدود یک میلیون و دویست و پنجاه هزار سفر است[۱].

مترو لندن به عنوان طولانی‌ترین، مترو نیویورک به عنوان پر ایستگاه‌ترین و مترو مسکو به عنوان پر مسافرترین خطوط مترو در جهان شناخته شده‌اند. تمامی این متروها به عنوان مهمترین وسیله حمل و نقل عمومی در شهرهایی که جمعیت بسیاری دارند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. مترو لندن با ۱۲ خط و حدود ٤٠٨ کیلومتر طول، اولین مترو و نیویورک با ۳۷۱ کیلومتر طول، دومین در جهان هستند .مترو توکیو با ۲۹۲ کیلومتر، مترو مسکو با ۲۷۵ کیلومتر، مترو مادرید با ۲۲۶ کیلومتر و مترو پاریس با ۲۱۲ کیلومتر طول جزو طولانی‌ترین متروهای جهان‌اند. یک چهارم از مسافرهای بین المللی، لندن را به عنوان آسانترین شهر در دنیا برای گشت و گذار انتخاب کردند و این گونه شد که این شهر گران قیمت انگلیسی