DAM AND TUNNEL CONFERENCE & EXPO همایش و نمایشگاه سد و تونل
DATEX 2021

معرفی چاه تهویه طبیعی و دایم تونل‌های راه با اجزاء بادگیر (پروژه موردی تونل‌های قطعه دوم آزادراه تهران – شمال)

مرتضی ترکمان

کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، زمین شناس شرکت عمران تونل جوان در قطعه دوم آزادراه تهران - شمال و مسئول دفتر فنی فاز ۸ پروژه پردیس شرکت راهسازی و عمران ایران.

چکیده

تهویه دایم تونل‌های راه بسیار مهم است چون سبب خروج دود و گازهای سمی ناشی از خودروها از داخل به خارج تونل و نیز افزایش دید رانندگان می‌گردد. با توجه به هزینه‌های نگهداری سیستم تهویه مکانیکی و ملاحظاتی که جهت بهره برداری لازم است همواره مدنظر بهره بردار باشد، استفاده از سیستم تهویه طبیعی می‌تواند کمک قابل توجهی نماید. هر چقدر سازه‌های ساخته شده توسط بشر با طبیعت پیرامون آن سازگاری بیشتری داشته باشد، سطح کیفی افزایش و هزینه‌ها کاهش می‌یابد. علاوه بر آن مشکلات زیست محیطی کمتری را در پی خواهد داشت. اجرای چاه تهویه طبیعی با افزودن اجزاء بادگیر یکی از طرح هایی است که می‌تواند در برخی از تونل‌ها کارآمد باشد. در این تحقیق علاوه بر مرور اجزاء و مکانیزم بادگیرهای سنتی، به بررسی استفاده از سیستم تهویه طبیعی به جای روش تهویه مکانیکی پرداخته شده است. نتایج این تحقیق در دو پروژه موردی واقع در قطعه دوم آزادراه تهران شمال بررسی شده و تغییر سیستم تهویه دایم از مکانیکی طولی به سیستم تهویه طبیعی با استفاده از چاه تهویه با اجزاء بادگیر مورد ارزیابی قرار گرفته است.

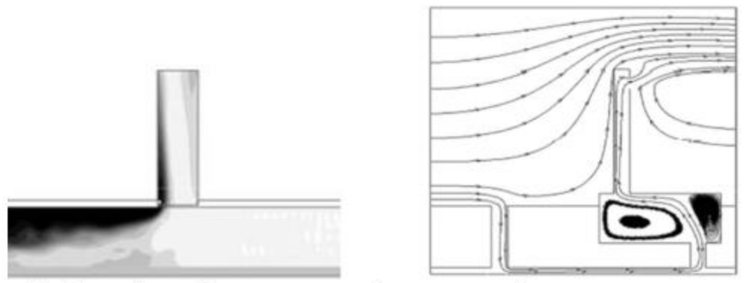
۱- مقدمه

تهویه تونل یکی از مهمترین مسائل در احداث تونل‌ها، در زمان حفاری و بهره‌برداری می باشد. با توجه به موقعیت و مشخصات هرتونل، می‌توان به منظور کاهش هزینه‌های تهویه مکانیکی از تهویه طبیعی نیز بهره‌برد. تهویه طبیعی ناشی حرکت هوا در اثر حرکت خودروها، وزش باد، اختلاف فشار و دمای دهانه‌ها می‌باشد. یکی از پایه های شکل‌گیری مهندسی سنتی ایرانی، اقلیم می‌باشد. لذا سازه با عناصر و اجزاء خود از انرژی‌های پیرامونی جهت نگهداری و بهره‌برداری خود استفاده می‌کند. امروزه از بهترین راهکارها برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی، طراحی اقلیمی ابنیه است. با توجه به سابقه کهن استفاده از تهویه طبیعی در ایران تحت عنوان بادگیر، امکان استفاده از این تجربه در تهویه تونل‌ها، در این تحقیق مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۲- آشنایی با جریان باد و تهویه تونل

باد به دلیل حرکت هوا از مناطق پر فشار به مناطق کم فشار ایجاد می‌شود که با برخورد به موانع تغییر جهت می‌دهد و دوباره به مسیر اصلی برمی‌گردد. وقتی باد با مانعی برخورد می‌کند، در جلو آن منطقه‌ای پرفشار و در اطراف و پشت مانع، مناطق کم فشار به وجود می‌آید. اگر مانع دارای روزنه‌های رو به باد باشد، ولی خروجی نداشته باشد، باد وارد آن نمی‌شود. ولی اگر خروجی داشته باشد، باد از منطقه پرفشار وارد و از منطقه کم فشار خارج می‌شود.

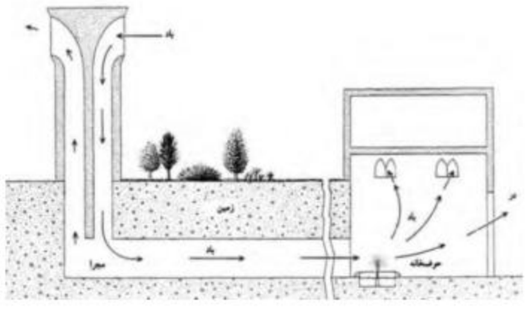
در بیشتر تونل‌های راه ایران، با استقرار بادبزن‌ها جریان هوا در تونل برقرار شده و آلودگی را در مسیری مشخص هدایت می‌گردد لذا جریان هوا از یک دهانه به دهانه دیگر بوده و آلودگی در یک دهانه تجمع می‌یابد. کارایی سیستم تهویه طولی تونل‌های راه با افزایش طول تونل کاهش می‌یابد که در صورت بهره‌گیری از چاه تهویه می‌توان کارایی را ارتقاء داد.



شکل ۱ نمایش حرکت جریان هوا در یک ساختمان و عملکرد چاه تهویه در جلوگیری از گسترش آلودگی در کل تونل.

۳- آشنایی با بادگیر

بادگیر نوعی تهویه مطبوع طبیعی اولیه می‌باشد که باد از منافذ و شیارهای بادگیر وارد می‌شود و هوای داخل بنا را تهویه و خنک می‌کند. باد به دیوار یا پره‌های درونی بادگیر برخورد نموده، ناچار به فرود آمدن می‌شود و از شکاف‌های دیگر بادگیر که پشت به جهت وزش باد دارند، هوای آلوده و گرم را به دست باد می‌سپارند و کار هواکش و دستگاه مکنده را انجام می‌دهند. چرا که بر طبق اثر دودکشی با افزایش دما، چگالی هوا افزایش می‌یابد و در نتیجه هوا به سمت بالا می‌رود. اختلاف دمای بین داخل و خارج ساختمان و بین نواحی مختلف آن باعث ایجاد اختلاف فشار و به دنبال آن جابجایی هوا می‌شود. با تغییر جهت باد، میدان فشار تغییر کرده و با قرار گرفتن ورودی‌های یک بادگیر در جهت باد سمت دیگر به عنوان خروجی جریان هوا عمل می‌کند. بادگیرها نه تنها در زمان وزش باد موثر هستند، در مواقعی که باد نمی‌وزد نیز جریان هوای مناسبی را بدلیل اختلاف دمای بخشهای مختلف ساختمان ایجاد می‌نمایند.



شکل ۲- بادگیر.

۴- طرح چاه تهویه با مکانیزم بادگیر

پس از اجرای چاه‌های عمودی، درون آنها مجراهایی مجزا (حداقل دو مجرا) و در سطح زمین نیز شکاف‌هایی در جهات مختلف تعبیه می‌شود. این امر علاوه بر مکش آلودگی‌ها به خارج تونل از طریق مجراهای پشت به باد، سبب ورود هوای تازه به درون تونل از طریق مجراهای رو به باد نیز می‌گردد. وجود مجراها (پره‌ها) در مواقعی که وزش باد وجود نداشته باشد، در خروج ثقلی دود و هوای گرم مانعی ایجاد نخواهد کرد. عمق مفید چاه تهویه بستگی به متوسط سرعت و جهت باد در هر منطقه، میزان آلودگی هر تونل و قطر چاه دارد.

۴- ارزیابی طرح در تونل‌های قطعه دوم آزادراه تهران – شمال

جدول ۱- معرفی مشخصات و مقایسه هزینه سیستم تهویه موتوری و طبیعی با اجزاء بادگیر در دو تونل واقع در آزادراه تهران شمال.

موضوع	تونل ۱	تونل ۲
طول تونل (متر)	۱۱۰۰	۹۰۰
تعداد باند	تونل شرقی سه خطه و تونل غربی دو خطه	دو خطه
متوسط روباره (متر)	۸۰	۲۰
سیستم تهویه انتخابی	تهویه مکانیکی طولی	تهویه مکانیکی طولی
تعداد فن ها	۱۴ دستگاه (با فاصله ۱۵۰ متر)	۱۲دستگاه (با فاصله ۱۵۰ متر)
امتداد تونل	شمال شرقی جنوب غربی	شمال شرقی جنوب غربی
امتداد و طول دره‌های مجاور	شمالی جنوبی دره محدوده دهانه ها امتداد شرقی غربی دارند. دره دهانه جنوبی دارای طولی بیش از ۱۰ کیلومتر بوده و دره دهانه شمالی طولی کمتر از یک کیلومتر دارد.	شمالی جنوبی دره‌های محدوده ورودی و خروجی دارای طولی کمتر از یک کیلومتر بوده و امتداد شرقی غربی دارند
جهت باد غالب	دهانه جنوبی: غرب به شرق دهانه شمالی : شمال شرقی – جنوب غربی	شمال جنوب
هزینه سیستم تهویه الکتروموتوری	هزینه خرید ۱۴ دستگاه فن ۱/۴ میلیارد تومان	هزینه خرید ۱۲ دستگاه فن ۱/۲ میلیارد تومان
هزینه سیستم تهویه طبیعی	هزینه حفاری و تحکیم دو چاه تهویه به عمق ۸۰متر، نصب سه دستگاه فن در هر تونل و نصب دو دستگاه فن در چاه : ۱/۴ میلیارد تومان	هزینه حفاری و تحکیم سه چاه تهویه به عمق ۲۰ متر و نصب سه دستگاه فن در هر تونل : ۰/۸ میلیارد تومان
ارزیابی طرح تهویه	با توجه به وجود جریان دایم باد در دهانه جنوبی، جریان طبیعی باد از دهانه جنوبی به سمت دهانه شمالی برقرار می باشد. به منظور جلوگیری از تجمع آلودگی در انتهای تونل، اجرای دو حلقه چاه تهویه موثر خواهد بود. به منظور اجرای طرح با ریسک کمتر، نصب یک دستگاه فن در هر چاه ضرورت دارد تا در صورت تداخل جریان های هوا و با کاهش سرعت باد، بتوان عملکرد سیستم تهویه را تضمین نمود. لذا اجرای طرح پره‌های درونی بادگیر در این تونل با توجه به جریان دایم باد و نیز روباره زیاد، کارامد نخواهد بود.	بدلیل روباره اندک، امکان اجرای چاه تهویه با پره‌های درونی بادگیر به سهولت فراهم می‌باشد. با اجرای سه حلقه چاه تهویه با اجزاء بادگیر و واردسازی جریان هوای سطح زمین به درون تونل می‌توان تهویه این تونل را تامین نمود. به منظور تهویه پرسرعت در مواقع بحرانی آتشسوزی، در هر تونل سه دستگاه فن نیز در نظر گرفته شده است.

۵- نتیجه گیری

ساختار بادگیر که حاوی دیوارهای جداکننده درونی است و با برخورد جریان طبیعی هوا به دیوارها، باد به سمت پایین نفوذ می‌کند و هوای گرم و آلوده محیط از طریق شکاف‌های پشت به جریان باد خارج می‌شود، نکته‌ای است که در این مقاله مورد توجه قرار گرفته است. به منظور کاهش هزینه‌های نگهداری سیستم تهویه الکترومکانیکی، ارتقای کیفیت تهویه دایم تونل‌های راه و همچنین سازگاری با انرژی‌های طبیعی پیرامون تونل، طرح اجرای چاه تهویه با اجزاء بادگیر مطرح و اقتصادی بودن آن نسبت به تهویه الکترومکانیکی در دو تونل جاده‌ای، موثر مورد ارزیابی قرار گرفت.