

واکاوی یک تصادف جاده ای از نگاه نظریه چند عاملی

مقصود پوریاری^۱، محمود خوش نشان^۲

(از صفحه ۸۱ تا ۹۴)

تاریخ دریافت: ۹/۲/۹۱ تاریخ پذیرش: ۱۴/۳/۹۱

چکیده

نظریه چندعاملی بیانگر این ایده است که در بروز حادثه ممکن است عواملی گوناگون مؤثر باشند، به گونه‌ای که هر علت، خود نتیجه چند علت دیگر است و برهم کنش مجموعه این علل موجب بروز حادثه می‌شود. این برهم نهی عوامل در محل نقاط و یا مقاطع حادثه خیز بیشتر اتفاق می‌افتد. آمار بالای تلفاتی که در محل پل‌ها به وقوع پیوسته است، موجب آن شده که اکنون پل‌ها جزء نقاط حادثه خیز راه‌ها به شمار آیند. اگر در مکان‌یابی یک پل با محدودیت مواجه بوده و انسجام لازم با کل مسیر راه حفظ نشود، محل پل نامن قلمداد می‌شود، هرچه این محدودیت به لحاظ هندسی به دنبال شرایط نامناسب توپوگرافی در مسیر یک راه بیشتر باشد، توجه به عوامل ثانویه ایمن‌سازی در محل پل، یعنی استفاده از علائم و تجهیزات ایمنی به منظور کاهش عوامل و عواقب خطر ضرورت می‌یابد. به دنبال حادثه تصادفی در محل پلی در محور شیراز- کازرون، با واژگونی یک دستگاه اتوبوس بالغ بر ۱۴ نفر کشته شدند. عواملی که در پی هم منجر به این حادثه شده، مورد بررسی قرار گرفته است. ضرورت بررسی و توجه به علل وقوع چنین حوادثی آنجا اهمیت دارد که ممکن است در هر موقعیت دیگری به صورت‌های متفاوت تکرار شده و عواقب ناگواری بوجود آورند. از طرفی توجه به مبحث خطرشناسی را برجسته می‌کند. اگر بتوان یک یا چند عوامل را حذف کرد از ترکیب عوامل جلوگیری شده احتمال شکل‌گیری حادثه بعدی کاهش می‌یابد. در واقع، علت حادثه آن چیزی است که هرگاه اصلاح یا برداشته شود، موجب پیشگیری از بروز حادثه یا دست کم کاهش پیامدهای آن می‌شود.

کلیدواژه‌ها

خطر / تصادف / نظریه چند عاملی / خطر شناسی / حادثه

۱. کارشناس ارشد حمل و نقل عضو هیئت علمی پژوهشکده حمل و نقل (نویسنده مسئول: mpooryari@yahoo.com)

۲. کارشناس حمل و نقل پلیس ترافیک شهری راهنمایی و رانندگی ناجا.

مقدمه

در گستره علم ایمنی مفهوم خطر یک مفهوم پایه و اساسی است که برخی از مفاهیم دیگر در ارتباط با آن معنا پیدا می‌کنند. خطر، شرایطی است که پتانسیل صدمه به افراد، خسارت به تجهیزات و راه‌ها را داشته باشد یا آنکه موجب کاهش قدرت و کارایی یک اقدام شود (پوریایی، ۱۳۸۲). برای آنکه خطر از حالت نهفته به حالت پدیدار (حادثه) تبدیل شود، باید یک محرک مناسب وجود داشته باشد. در واقع خطرها مانند مواد منفجره‌ای هستند که همه جا وجود دارند و بر اثر محرک‌هایی، مانند خطای انسان، نارسایی در طرح هندسی مسیر و موارد دیگر به حادثه تبدیل می‌شوند. مفهوم دیگری که باید به آن توجه داشت، شبه حادثه است. شبه حادثه عبارت است از رویدادی که می‌توانسته باعث بروز زیان شود اما بر اثر خوش شانسی (و نه بر اثر طراحی) بدون زیان پایان گرفته است. هرگاه پس از لیز خوردن، اتوبوسی بتواند به موقع تعادل خود را حفظ کرده و از مسیر منحرف نشود یک شبه حادثه رخ داده است. به راحتی می‌توان نتیجه گرفت که عوامل به وجود آورنده حادثه و شبه حادثه یکی هستند.

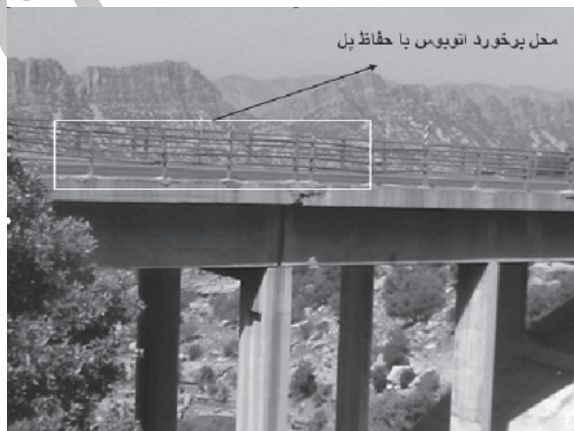
محور شیراز - کازرون به صورت یک راه دو خطه بوده و در سال ۱۳۵۲ ساخته شده است. جریان ترافیک در این محور سنگین بوده و به طور متوسط ۸۹۸۰ وسیله نقلیه در روز (در سال ۱۳۸۳) در این محور تردد می‌کنند که ۳۵ درصد وسایل نقلیه عبوری از این محور را وسایل نقلیه سنگین تشکیل داده است (سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشوری، ۱۳۸۴). این محور در محدوده تنگ ابولحیات از منطقه کوهستانی و صعب‌العبور می‌گذرد و به لحاظ وضعیت هندسی از ترکیب نامناسب قوس و خم، شیب زیاد و فاصله دید ناکافی برخوردار است. حد فاصل کیلومتر ۶۹ تا ۷۷ شیراز، ۳ پل بزرگ و مرتفع بتنی با متوسط طول ۱۴۹ متر و ارتفاع ۳۶ متر قرار دارند.

در ساعت ۱۵:۲۰ مورخ ۸۳/۱۰/۲۹ در کیلومتر ۷۱+۹۰۰ محور شیراز - کازرون، در ابتدای پل مورد نظر یک فقره تصادف رخ می‌دهد. براساس گزارش پلیس راه یک دستگاه اتوبوس مسافری در حالی که از طرف شیراز به سمت قائمیه در حال حرکت بود، از ناحیه جلو (سمت

راننده) به پهلوی چپ کامیونی که در جهت عکس اتوبوس (قائمه به شیراز) در حرکت بوده، برخورد می‌کند. در اثر شدت برخورد، راننده کنترل اتوبوس را از دست داده و پس از طی مسافتی حدود ۸۰ متر به سمت راست منحرف شده و پس از برخورد با نرده پل، تا عمق ۴۰ متری سقوط و بر روی سقف واژگون می‌شود. در این حادثه متأسفانه تعداد ۱۴ نفر کشته و تعداد ۱۱ نفر مجروح می‌شوند. علت این حادثه براساس گزارش پلیس، بی‌مبالاتی راننده اتوبوس و تجاوز به چپ ناشی از تخطی سرعت مطمئنه در جاده لغزنده در محل قوس تشخیص داده شده است.



تصویر ۱: محل تصادف



تصویر ۲: محل برخورد اتوبوس با حفاظ پل



تصویر ۳: محل سقوط اتوبوس پس از برخورد

با توجه به بازدید صورت گرفته از محل حادثه مشخص شد غیر از عامل رفتار راننده اتوبوس (انحراف به چپ و به کارگیری سرعت غیر مجاز) به طور کلی عواملی به شرح زیر در بروز حادثه نقش داشته‌اند:

- پیچ قبل از محل پل (از سمت شیراز به کازرون) تند بوده و قدرت مانور ایمن در محل پیچ کاهش پیدا می‌کند.
- در محل قوس با وجود ترانشه سنگی محدودیت دید وجود داشت.
- شیب جاده در مسیر اتوبوس زیاد بود.
- سطح جاده به علت بارندگی لغزنده بود.
- روشنایی در مسیر وجود نداشت.
- حفاظ پل نامناسب بود.
- اختلاف ارتفاع در سطح پیاده رو با سطح سواره رو پل زیاد بود.

وضعیت ترافیکی محور شیراز - کازرون

براساس سرشماری سالانه سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای در سال ۱۳۸۳، به‌طور متوسط در هر روز ۸۹۸۰ وسیله نقلیه اعم از سبک و سنگین (مجموع رفت و برگشت) از محور مزبور تردد کردند. در روز حادثه (مورخ ۸۳/۱۰/۲۹) تردد روزانه این محور ۸۱۲ وسیله نقلیه بوده است. به‌طور متوسط ۳۵ درصد وسیله نقلیه عبوری از این محور وسایل نقلیه سنگین شامل اتوبوس و انواع کامیون است.

محدوده مورد مطالعه منطقه‌ای کوهستانی است و شیب زیاد مسیر در قطعاتی بالغ بر ۶ درصد است. این وضعیت با توجه به درصد بالای عبور وسایل نقلیه سنگین، باعث افزایش چشمگیر معادل سواری ترافیک عبوری شده است. نتیجه در این وضعیت سطح سرویس به شدت کاهش پیدا می‌کند و با توجه به سرعت کم وسایل نقلیه که گاه به کمتر از ۲۰ کیلومتر در ساعت می‌رسد، در زمان طولانی خطر سبقت غیر مجاز افزایش یافته و با توجه به نبود خط سبقت، خطر تصادف به شدت افزایش پیدا می‌کند.

وضعیت علائم و تجهیزات ایمنی محور در محدوده حادثه و کل محور

با توجه به این‌که محور شیراز - کازرون در محدوده تنگ ابولاحیات (محل حادثه مورد بحث) در منطقه‌ای کوهستانی قرار دارد، به لحاظ ضوابط هندسی نظیر فاصله دید، شیب و قوس با محدودیت زیادی مواجه است. وضعیت کلی علائم به شرح زیر بود.

الف) حفاظ‌ها و تجهیزات ایمنی

حفاظ‌های ایمنی کنار راه در کل مسیر از نوع فلزی و انعطاف‌پذیر بوده که به‌طور کلی به ضوابط کاربرد آن توجه جدی نشده است. این نوع حفاظ‌ها اصولاً در پرتگاه‌ها نباید مورد استفاده قرار گیرند، زیرا این حفاظ‌ها به لحاظ عملکردی پاسخ‌گوی ایمنی حاشیه راه نمی‌باشند.

از طرفی عدم توجه به ایمن سازی ابتدا و انتهای آنها، در برابر برخورد وسیله نقلیه خود خطری عمده محسوب می شوند. حفاظ مورد استفاده در پل محل حادثه از نوع نرده فلزی بوده که بالغ بر ۳۰ سال از عمر آن می گذرد. در این حفاظ، فاصله پایه ها ۲/۳ متر، ارتفاع نصب ۱/۷ متر بوده و ۲۵ سانتی متر در عرشه پل فرو رفته است. کاربرد این حفاظ برای عابر پیاده بوده و نرده، تاب برخورد وسایل نقلیه سنگین در سرعت های زیاد و متوسط را به هیچ وجه ندارد.



تصویر ۴: وضعیت نامناسب نرده پل

حفاظ های آسیب دیده در حادثه تصادف به طرز نامناسبی جاسازی شده و در برابر کوچک ترین برخورد وسیله نقلیه مقاومتی ندارند. همچنین ابتدا و انتهای این حفاظ ها فاقد هرگونه مهار انتهایی بوده و ایمن سازی نشده است. تعداد بلوک بتنی در ابتدای پل که ظاهراً در زمان تصادف برای ایمن سازی موقتی مورد استفاده قرار گرفته بود، به طرز نامناسبی در ابتدای پل بدون ایمنی ابتدا و انتهای آن رها شده اند.



تصویر ۵: وضعیت ایمنی ابتدا و انتهای پل

ب) علایم و تابلو

در محدوده ۱۰۰ متری پل محل حادثه از سمت شیراز ۷ عدد تابلو نصب شده است. از سمت کازرون در محدوده ۱۰۰ متری محل پل ۴ عدد تابلو نصب است. تراکم نصب تابلو در محل پل از سمت شیراز و در ورودی پل با متوسط فاصله ۱۰ متر بوده که فرصت کافی جهت متابعت راننده از این همه تابلو عملاً نبوده و باعث سردرگمی بیشتر راننده می‌شود. از سمت کازرون تنها تابلوی اخباری که باریک شدن راه و محل پل را متوجه می‌سازد، در وسط صخره در مکان نامناسبی قرار گرفته است. تابلوهای هدایت مسیر در روی پل به تعداد کافی و با فاصله مناسب قرار گرفته‌اند.



تصویر ۶: موقعیت قوس در انتهای پل

به علت عملیات برف رویی صورت گرفته در زمستان، خط کشی در مسیر از بین رفته است. همچنین به علت عملیات زمستانی، نصب دیگر علائم افقی حاشیه راه نظیر چشم گربه ای میسر نبوده است.



تصویر ۷: موقعیت قوس در ابتدای پل

وضعیت هندسی محور در محدوده پل

پل مورد بازدید در کیلومتر ۷۱+۹۰۰ محور شیراز - کازرون قرار دارد محل این پل بعد از یک شیب سرازیری طولانی با شیب (۶ درصد - ۸ درصد) در محل یک قوس معکوس (راستگرد - چپگرد) قرار گرفته است. فاصله دید محل پل از سمت شیراز ۱۰۰ متر و از سمت کازرون کمتر از ۷۰ متر است. شعاع قوس خروجی از قوس ورودی تندتر بوده و برابر ۸۰ متر برآورد شده است. وجود ترانشه و دیوار حائل از سمت شیراز، فاصله دید را محدود کرده و از سمت کازرون نیز با وجود یک ترانشه، فاصله دید محل پل به حدود ۷۰ متر تقلیل یافته است. عرض روسازی و شانه راه قبل از پل به ترتیب $\frac{3}{7}$ متر و $\frac{5}{1}$ متر و در محل پل عرض روسازی $\frac{8}{6}$ متر و فاقد شانه است. عرض پیاده رو محل پل ۱۱ متر و اختلاف ارتفاع آن با سطح سواره رو به طور متوسط ۸ سانتی متر است. در محل پل یک مسیر کنارگذر وجود دارد که فاقد روسازی و تجهیزات ایمنی است. در ضمن ضوابط هندسی دسترسی این مسیر رعایت نشده است.

وضعیت روسازی و زهکشی

وضعیت روسازی روی پل و قبل و بعد از آن به طور نسبی مناسب است. تعدادی ترک به صورت طولی و عرضی با شدت متوسط در ورودی پل مشاهده می شود. نکته قابل توجه این که با توجه به کوهستانی بودن منطقه و واقع شدن محل پل در یک مسیر سرازیری، هنگام بارندگی، سطح راه لغزنده شده و خطر تصادف به شدت افزایش پیدا می کند.

به لحاظ زهکشی در محدوده ورودی پل دو مقطه آب رو وجود دارد. نکته حائز اهمیت این است که نخست با توجه به نزدیکی دیوار حایل سمت راست راه به شانه، فاصله بازیابی و ناحیه عاری از مانع رعایت نشده است و خطر برخورد وسیله نقلیه به این موانع وجود دارد. دوم اینکه به لحاظ عدم رعایت شیب بندی مناسب مقطع آب رو حاشیه راه در صورت خروج احتمالی وسیله نقلیه از سطح راه، برای وسایل نقلیه حادثه دیده غیر قابل پیمایش شده و نمی توانند به

مسیر اصلی بازگردند. یکی از موارد مهم ایمنی در این ارتباط، نزدیکی دیواره‌های حایل به بدنه راه و شیب تند این دیوارها است که در اثر کوچک‌ترین حادثه طبیعی، انبوه سنگ‌های لغزنده انباشته شده در بالای این دیوارها، به سطوح روسازی اصابت و حوادث ناگواری بعدی را به وجود می‌آورند.



تصویر ۸: شیب تند ابتدای مسیر

بررسی وضعیت روشنایی محور

در محدوده محل تصادف در هنگام شب به علت قرارگرفتن پل در بین دو قوس با شعاع کوچک، عدم وجود روشنایی از عوامل افزایش برخوردهای تک وسیله‌ای و چند وسیله‌ای است.

تعیین شاخص ایمنی پل محل حادثه

با بررسی به عمل آمده از وضعیت ایمنی پل، پارامترهای فیزیکی و ترافیکی مورد نیاز جمع‌آوری و سپس اقدام به تعیین شاخص ایمنی پل با استفاده از روابط و استانداردها موجود شد. پارامترهای

به دست آمده از طریق برداشت میدانی، سوابق موجود و برخی پارامترها نیز با روش های تخمین مهندسی به دست آمد که این پارامترها مطابق جدول زیر می باشد.

جدول ۱: پارامترهای فیزیکی و ترافیکی برای تعیین شاخص ایمنی پل

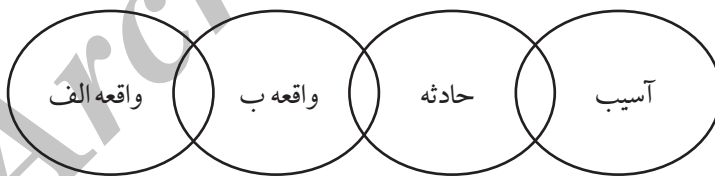
ردیف	نوع پارامتر	مقدار	ردیف	نوع پارامتر	مقدار
۱	عرض سواره رو راه	۷/۳ متر	۸	شعاع انحنای قوس	۸۰ متر
۲	عرض سواره رو پل	۶/۸ متر	۹	ترکیب ترافیک رفت و برگشت	ناپیوستگی زیاد
۳	شیب راه از سمت شیراز	۰/۵-	۱۰	نسبت ترافیک به ظرفیت راه	۱
۴	شیب راه از سمت کازرون	۰/۰	۱۱	مقدار سرعتی که در ۸۵٪ موارد سرعت ترافیک برابر یا کمتر از آن است	۷۰ Km/h
۵	فاصله دید	۷۰ متر	۱۲	عوامل حواس پرتی	کم
۶	شانه روی پل	ندارد	۱۳	وضع حفاظ پل	بحرانی
۷	طول خط مماس بر قوس	۵۰ متر			

منبع: سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، (۱۳۸۴)

با مقادیر به دست آمده از پارامترهای دخیل در ایمنی پل، براساس دستورالعمل اشتو عدد شاخص تعدیل نشده ایمنی پل مزبور از مقدار عدد ۱۰۰، ۳۱ به دست آمد و مقدار اصلاح شده آن کمتر از ۲۵ به دست بوده که بر اساس آن محل پل پرخطر بوده و نیاز به اصلاح اساسی در آن اجتناب ناپذیر است. از مهم ترین کمیت هایی که بر کاهش ایمنی پل مزبور تأثیر داشته شامل: نبود حفاظ مناسب، کمبود فاصله دید، قوس تند، نبود شانه، حجم ترافیک سنگین و نامنظمی و ناپیوستگی در جریان ترافیک عبوری است.

نظریه چند عاملی و تحلیل حادثه از منظر زنجیره عوامل

نظریه چند عاملی، از نظریه دومینو نشأت گرفت و بیانگر این ایده است که در بروز حادثه ممکن است عواملی گوناگون مؤثر باشند و از یک زنجیره رویدادهای پیاپی شکل می‌گیرند. زنجیره حوادث در این مدل، همانند دومینوی چند قطعه‌ای است که قطعات آن، در نزدیکی یکدیگر جا گرفته‌اند و با افتادن هر قطعه، قطعه دیگر هم می‌افتد. ملاحظه می‌گردد وقتی مجموعه‌ای از خطرهای شامل اعمال ناایمن با شرایط ناایمن که در بالا تشریح شد دست به دست هم دهند، حادثه با شدت صورت می‌گیرد. چه بسا اگر یکی از این عوامل حذف می‌شد می‌توانست حادثه‌ای اتفاق نیفتد. مثلاً اگر روشنایی در محل پل برقرار می‌شد، یا پل حفاظ مناسبی داشت. یا محل پل در محل قوس واقع نمی‌شد. همان‌طور که ملاحظه شد حوادث این‌چنینی پدید نمی‌آید. این علت‌ها به صورت تصادفی با یکدیگر ترکیب می‌شوند و حادثه پدیدار می‌شود. بنابراین، باید کوشش شود تا جایی که امکان دارد این علت‌ها شناخته و تعیین شوند. این حادثه از چند واقعه پی در پی شکل می‌گیرد که به صورت حلقه‌های یک زنجیره و به دنبال یکدیگر باعث بروز حادثه می‌شوند و ارتباطی تنگاتنگ میان هریک از وقایع الف، ب و جود دارد (شیرازی، ۱۳۸۵).



تصویر ۹: شکل‌گیری حادثه و آسیب به دنبال ترکیب چند واقعه

نتایج و پیشنهادها

تمرکز مجموعه‌ای از عوامل خطر ساز در یک محدوده موجب کاهش شدید ایمنی این راه شده است. این وضعیت با تأییدهای و تأثیرپذیری عوامل انسانی وضعیت حادثه‌تری پیدا کرده

است. هرچه تعداد عوامل خطر ساز افزایش یابد، وضعیت ایمنی با مرتبه‌ای بالاتر کاهش پیدا می‌کند. به عبارتی علل محیطی بر رفتار انسانی اثر گذار بوده یا خطای رفتاری در اثر بخشنده نبودن محیط جبران ناپذیر بوده است. در این راستا، پل‌های موجود در محور با توجه به ایمنی کم در انتقال زنجیره حوادث نقش کلیدی داشته و تصادف و حادثه‌ای شدید ایجاد کرده است. بدیهی است توجه و تمرکز بر ایمن سازی پل محل حادثه، اقدامی اندک در ایمن سازی این محور محسوب می‌شود. لیکن از گستره حادثه به آسیب‌های جدی می‌کاهد. بنابراین اولین گام اساسی، ایمن سازی پل با به‌کارگیری تجهیزات ایمنی مناسب، علائم، تأمین روشنایی و تعمیر مداوم روسازی محل پل است.

بهسازی هندسی مسیر شامل رفع موانع دید، توجه به ایمن سازی حاشیه راه از جمله مقاطع آب رو و توجه به ضوابط هندسی کنارگذر پل و روسازی کنارگذرها از دیگر اقدامات ضروری برای ایمن سازی این محور محسوب می‌شود که از شکل‌گیری عوامل دومینویی آن خواهد کاست.

منابع

- پوریاری مقصود (۱۳۸۲)، "ارایه مدل شاخص ارزیابی ایمنی راه‌های ایران" (پایان نامه کارشناسی ارشد)، تهران: دانشگاه تربیت مدرس.
- شیرازی، ارقامه (۱۳۸۵)، "حوادث و ایمنی"، تهران: دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران، گروه بهداشت حرفه‌ای.
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور (۱۳۸۴)، "آیین نامه ایمنی راه، نشریه ۲۶۷-۲ (ایمنی ابنیه فنی).
- سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور، (۱۳۸۰-۱۳۸۴)، سالنامه آماری حمل و نقل جاده‌ای. تهران: دفتر فناوری اطلاعات.