اندرکنش لرزه‌ای شریانهای حیاتی

محمود حسینی[1]، حسین لبیبی[2]

1- عضو هیئت علمی و مدیرگروه شریانهای حیاتی پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله
hosseini@iiees.ac.ir

2- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی زلزله پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله
h.labibi@iiees.ac.ir

چکیده

با توجه به اینکه به طورعمده شریانهای حیاتی داخل شهری در خیابان‌ها مستقر هستند و هرگونه آسیبی برآن‌ها خود به خود تاثیر مستقیم و یا غیرمستقیم بر روی شریانهای حیاتی ترابری دارد، اندرکنش شریانهای حیاتی ترابری با تاسیسات زیرزمینی (آب و فاضلاب و گاز) و نیز شبکه‌های برق وتلفن و ... از اهمیت بالایی برخوردار است. از طرفی امدادرسانی پس از زلزله وابستگی بسیاری به شبکه ترابری دارد و هرگونه اختلال در شبکه ترابری موجب اختلال در سیستم امداد رسانی می شود.در این مقاله سعی شده‌است تا ضمن بررسی تاریخچه مشکلات ناشی از اندرکنش شریانهای حیاتی به هنگام وقوع زلزله، به دسته بندی آنها و نگاهی گذرا بر تاریخچه تحقیقات صورت گرفته پرداخته شود.

واژه‌های کلیدی: شریان حیاتی،اندرکنش،لرزه‌ای،مدیریت بحران،زلزله

1. مقدمه

اندرکنش شریانهای حیاتی به صورت یک اثر دو طرفه و یا یک طرفه مابین شریانهای حیاتی یک سیستم در حین و پس از رخداد زلزله تعریف می شود در نتیجه قابلیت اطمینان یک شریان حیاتی علاوه بر عملکرد لرزه‌ای خود سیستم بستگی به عملکرد لرزه‌ای شریانهای مرتبط و اثر آنها بر عملکرد و روند پیشرفت بازسازی آن سیستم داردکه این اثر میتواند به شدت از پاسخ سریع امدادرسانی وروند بازسازی درمنطقه زلزله زده ممانعت کند.به طور مثال درصورت از کار افتادن سیستم توزیع برق پس از زلزله چراغ‌های راهنمایی‌ورانندگی نیز از کار خواهند افتاد که این خود موجب اختلال و بی‌نظمی درترافیک عبوری خواهد شد، همچنین در قسمت‌هایی از معابرکه لوله‌های آب یا فاضلاب دچار شکستگی شده‌اند، خیابان‌ها دچار آب گرفتگی می شوند. همچنین در صورت قطعی برق، امکان پمپاژ آب درایستگاههای پمپاژ آب از بین خواهد رفت.

Archive of SID

www.SID.ir

در نتیجه بازسازی شریانهای حیاتی پس از وقوع یک زلزله شدید و مخرب بسیار مهم وحیاتی است زیرا عملکرد این سیستم ها از همه لحاظ برای مردمی که در منطقه مستقر هستند بسیار مهم میباشد.

2.تاریخچه

وقوع زلزله ی سن فرناندو (1971) تاثیرات مخربی را بر شریانهای حیاتی بوجود آورد تا حدی که محققان و پژوهشگران را وا داشت تا تحقیق بر روی مقاوم ساختن شریانهای حیاتی را از دید لرزه‌ای به عنوان یکی از جهات تحقیق در زمینه کم کردن اثرات بحران پس از وقوع زلزله در شهرهای بزرگ مورد توجه جدی قرار دهند.از آن زمان تا اواسط دهه 1980 میلادی تحقیقات بر روی شریانهای حیاتی به صورت مجزا صورت می‌گرفت و هنوز بحث تاثیر آسیب و خرابی شریانهای حیاتی بر یکدیگر و اندرکنش آنها در بازسازی هرکدام مطرح نبود.
در اوسط دهه 1980 میلادی برخی محققان در ژاپن و ایالات متحده مطالعات خود را بر روی اندرکنش شریانهای حیاتی آغاز کردند و در سال 1991 چینی‌ها کمیته مطالعات سیستم اندرکنش شریانهای حیاتی و توسعه مدیریت اطلاعات در زلزله‌های شهری را پایه‌گذاری نمودند و تحقیقات بر روی تاثیراندرکنش شریانهای حیاتی در روند بازسازی و رفتار لرزه‌ای آنها همچنان به طور جدی ادامه دارد.اندرکنش شریانهای حیاتی دربسیاری از زلزله‌های شدید در شهرهای متوسط و بزرگ همچون زلزله‌های Tangshan M=7.8در سال 1976 ، Loma Preita M=6.9 درسال 1989 ، Northridge M=6.7 درسال1994 ، Kobe M=7.2 درسال1995 ، Chichi M=7.6 درسال1999مشکلات فراوانی را ایجاد کرده است.

3. مشکلات ناشی از اندرکنش شریانهای حیاتی هنگام وقوع رخداد زلزله

در زیر به برخی مشکلات ناشی از اندرکنش شریانهای حیاتی اشاره میگردد.

1- بسته شدن راه ها ناشی از آسیب و یا فروریزش پل ها

2-بسته شدن راهها ناشی از عدم پایداری شیروانی ها و خاکریزها

3-بسته شدن راهها ناشی از واژگونی دیوارهای حایل

4-نشست در خیابان‌ها ناشی از شکست در تونل‌های مترو و لوله‌های آب و فاضلاب

5-بسته شدن راه‌ها ناشی از واژگونی دکل‌های فشار قوی انتقال برق

Archive of SID

www.SID.ir

6-بسته شدن راه‌ها ناشی از فروریزش کلی و یا نمای ساختمان‌های بلند

7-عدم امکان عبور در خیابان‌ها به علت تعمیرات

8-امکان وقوع سیل و جاری شدن آب در خیابان‌ها به علت شکسته شدن لوله‌های آب و فاضلاب

9-ورود آب به تونل‌های مترو و تونل‌های زیرزمینی به علت شکسته شدن لوله‌های آب و فاضلاب

10-نشست‌های بزرگ در خیابان‌ها به علت شکسته شدن لوله‌های آب و فاضلاب و نیزآبشستگی پایه‌های پل‌ها و پی ساختمان‌ها

11-عدم وجود آب در شبکه به علت قطع برق ایستگاه‌های پمپاژ و افت فشار ناشی از شکسته شدن لوله‌ها به علت حرکت زمین و فروریزش ساختمان‌ها

جدول 1 به چند مورد از اثرات اندرکنش شریانهای حیاتی که در زلزله‌های اخیر اتفاق افتاده است اشاره می‌کند.

جدول(1): اثرات اندرکنش شریانهای حیاتی

زلزله	راه آهن	راه ها	شبکه آب	شبکه گاز	شبکه برق	تلفن
Heicheng (1975)	ترک خوردن لوله آب باعث تخریب قسمتی از راه آهن شد		قطعی شبکه آب به مدت 9 ساعت بدلیل قطع برق	لوله گاز به قطر 22 سانتی متر در اثر آسیب دیدن پل شکسته شد		کاهش ظرفیت به علت قطع برق
Tangshan (1976)	مسیر را آهن توسط لوله آب شکسته شده دچار آبگرفتگی شد	لوله انتقال نفت و شبکه برق در اثر آسیب دیدن پل شکسته شد	قطعی شبکه آب به مدت 4 روز بدلیل قطع برق	نشت گاز باعث عدم امکان عبور ترافیک شد	برق به علت عدم عملکرد تلفن قطع شد	خسارت دیدن شبکه به علت سر خوردگی پل
Baotou (1996)	رانش ترانشه ها باعث عدم امکان عبور شد		تامین آب بدلیل کاهش برق افت پیدا کرد	آب شستگی موجب چپ شدن مخزن گاز شد		کاهش ظرفیت به علت قطع برق
Taiwan ChiChi (1999)	فروریزش پل موجب خسارت به لوله های آب وگاز شد و خطوط لوله پی وی سی در اثر نشست در راه ها شکسته شدند		نشست در خیابان ها موجب آسیب به لوله های آب شد	نشست در خیابان ها موجب آسیب به لوله های گاز شد	بازسازی شبکه برق به علت عدم کارکرد تلفن دچار تاخیر شد	عدم امکان استفده به علت نبود برق
Jiashi (2003)	تخریب فونداسیون وشکست روسازی موجی شکسته شدن خطوط لوله آب شد			شکست لوله های گاز به علت	شکست لوله‌های آب به علت	قطعی موقتی به دلیل نبود برق

Archive of SID

www.SID.ir

			روانگرایی	شکست پی ساختمان‌ها	

4.دسته بندی اندرکنش شریانهای حیاتی

اندرکنش میان شریانهای حیاتی بسیار پیچیده است در نتیجه برای مطالعه‌ی سودمند و هدفمند آنها را بر اساس خصوصیاتشان به شش دسته تقسیم بندی می کنند.

4-1-اندرکنش عملکردی

پخش خسارت عملکردی ناشی از عدم کارکرد در شریان های مرتبط؛ دراین نوع اندرکنش عملکرد ناقص یک شریان در زمان بحران قابلیت سرویس دهی شریانهای مرتبط را کاهش می‌دهد در واقع شریانهای حیاتی که برای سرویس دهی خود نیاز به یک شریان خاص دارند، در صورت عملکرد ناقص آن شریان در سرویس دهی خود دچار مشکل می شوند. به عنوان مثال عملکرد ناقص شبکه برق رسانی قابلیت سرویس دهی شبکه آبرسانی را کاهش میدهد. یکی راهکارهای حل این مشکل که توسط محققان ارایه شده است افزایش شبکه لازم و تجهیزات پشتیبانی است که مقاومت خوبی در مقابل زلزله دارند. تا بتوانند پس از وقوع رخداد زلزله نیز ایفای نقش کرده و نقصان عملکردی شریانهای حیاتی را جبران کنند.

4-2-اندرکنش فیزیکی

پخش بحران فیزیکی در میان شریانهای حیاتی؛ هرگاه خرابی و یا نقصان یک شریان موجب خسارات فیزیکی یانقصان عملکردشریانهای دیگر شود گوییم آن دو شریان با یکدیگر اندرکنش فیزیکی دارند.به عنوان مثال فروریزش یک پل موجب پاره شدن کابل‌های برق یا تلفن متصل به آن می‌شود و یا آب ناشی از شکسته شدن یک لوله سرعت عملکرد فیبرهای نوری مجاور لوله را کاهش می‌دهد. یکی راهکارهای حل این مشکل که توسط محققان ارایه شده است داکت‌های معمول مقاوم در مقابل زلزله است تا هم در زمان وقوع زلزله بتواند مقاومت کافی داشته باشد و هم در زمان بحران کشف محل شکستگی لوله‌ها و یا پارگی کابل‌ها را سهولت بخشد همچنین در زمان بازسازی نیز به علت وجود فضای کافی و عدم مجاورت با خاک عملیات بازسازی را آسان تر کرده و مدت زمان بازسازی را نیز کاهش می‌دهد.

4-3-اندرکنش تقاضایی

تاثیر عملکردی یک شریان حیاتی بر نیاز به شریان های دیگر است؛ به عبارت دیگرهرگاه بر اثر خرابی و یا نقصان عملکرد یک شریان حیاتی نیاز و تقاضا از شریان حیاتی دیگر به عنوان جایگزین افزایش یابدگوییم

Archive of SID

www.SID.ir

اندرکنش تقاضایی اتفاق افتاده است. دراین صورت اگر شریان حیاتی جایگزین دارای ظرفیت لازم و کافی برای پاسخگویی به میزان تقاضا نباشد دچار مشکل شده و نمیتواند نقش خود را در زمان بحران به خوبی ایفا کند.به عنوان مثال از کار افتادن شبکه گازرسانی موجب افزایش تقاضا از شبکه برق رسانی خواهد شد.یکی راهکارهای حل این مساله که توسط محققان ارایه شده است افزایش شبکه لازم و مقاوم در مقابل زلزله و نیز انجام عملیات امداد و بازسازی کافی و مناسب است.

4-4-اندرکنش بازسازی

موانع مختلفی که در روند بازسازی بوجود می‌آید؛هرگاه خرابی و عدم عملکرد شریانهای حیاتی موجب شود تا عملیات بازسازی به تاخیر بیافتد گوییم اندرکنش بازسازی اتفاق افتاده است. در واقع اگر برای بازسازی یک شریان به شریان دیگر نیاز داشته باشیم که خود نیاز به بازسازی دارد و یا اینکه خرابی یک شریان پیدا کردن محل خرابی شریان دیگر را به تاخیر بیاندازد گوییم این دو شریان بر یکدیگر اندرکنش بازسازی دارند.به عنوان مثال تاثیر منفی شریانهای مدفون در کشف و بازسازی یکدیگر (آب و گاز - برق و آب - فاضلاب و آب و . . . ویا نیاز به برق برای راه اندازی دستگاه های عملیات بازسازی.یکی از راهکارهای ارایه شده پایه گذاردن یک استراتژی بازسازی بهینه برای تمامی شریان‌های حیاتی است تا بتوان پس از تحلیل کامل نیازهای بازسازی شریانها و اثر آنها بر بازسازی یکدیگر برنامه‌ای منطقی برای روندبازسازی پایه ریزی نمود.

4-5-اندرکنش تزایدی

تحت فشار قرار گرفتن یک شریان ناشی از بی کفایتی اولیه خود سیستم؛ به عبارت دیگرهرگاه زیر مجموعه-های یک شریان حیاتی تحت اثر زلزله دچار آسیب شوند و این آسیب موجب شود تا اثر بحران پس از زلزله ناشی ازافزایش تقاضا برشریان افزایش یابد، گوییم شریان حیاتی با خود اندرکنش چرخه‌ای و یاتزایدی دارد.به عنوان مثال کاهش سطح سرویس شبکه آبرسانی در یک آتش سوزی بزرگ به علت شکست اتصالات آب یک ساختمان که خود در اثر آتش سوزی آسیب دیده است؛ در نتیجه افزایش تقاضا برای آب و بزرگتر شدن آتش سوزی و شکست لوله‌های آب رسانی بیشتر را به دنبال خواهد داشت (شکل شماره 1). یکی راهکارهای حل این مساله که توسط محققان ارایه شده است افزایش شبکه‌های مقاوم در مقابل زلزله و نیز بهینه نمودن عملیات امداد و نجات است.

4-6-اندرکنش داخلی

اندرکنش بین مولفه های داخلی یک شریان حیاتی است؛هرگاه زیر مجموعه‌ی یک شریان حیاتی دچار مشکل شوند و این مساله باعث شود تا عملکرد آن شریان به طور کامل دچار مشکل شود گوییم شریان حیاتی با

Archive of SID

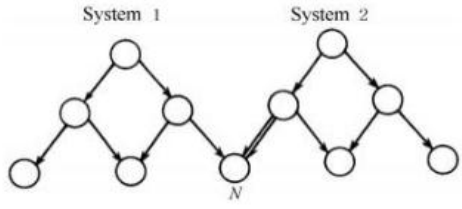
www.SID.ir

خود دچار اندرکنش داخلی شده است.به طور مثال تجهیزاتی که در یک پست برق وجود دارند با سازه پست برق که وظیفه‌ی اصلی آنها محافظت لرزه‌ای از وسایل واتصالات شریان حیاتی است اندرکنش دخلی دارند. یکی از راهکارهای کاهش این مساله توجه به طراحی مقاوم لرزه‌ای سازه‌ی محافظت کننده و نیز اتصالات مابین تجهیزات و سازه است همچنین در طراحی خود تجهیزات نیز باید توجه ویژه‌ای بشود.

شکل (1): نمونه‌ای از نحوه آسیب در اندرکنش تزایدی

5. تحقیقات صورت گرفته بر روی اندرکنش شریانهای حیاتی

Hoshiya و همکاران در سال 1984 و Hoshiya,Ohno در سال 1987سعی کردند اندرکنش شریانهای حیاتی را بوسیله‌ی یک دیاگرام تعریف کنند.(شکل2)



Archive of SID
www.SID.ir

شکل(2): دیاگرام اندرکنش شریانهای حیاتی (Hoshiya و همکاران)

Nojima ,Kameda در سال 1991جدولی را بر مبنای مشاهدات و بر اساس مدل احتمالاتی لرزه‌ای شریانهای حیاتی زلزله‌های گذشته ارایه کردند .(جدول2)

	شبکه برق	شبکه گاز	شبکه آب	حمل ونقل	ارتباطات
شبکه برق		افت فشار گاز -عدم عملکرد سیستم کنترل مرکزی	عمل نکردن پمپ ها -عدم عملکرد سیستم کنترل مرکزی	عدم کارکرد چراغ های راهنمایی - عمل نکردن ترانوا ها و مترو ها و مسایل نقلیه برقی	عدم عملکر دفاتر تلفن - عدم عملکرد سیستم کنترل مرکزی- عدم عملکرد سیستم های آنلاین -از دست دادن اطلاعات
شبکه گاز	استفاده اضافی به عنوان وسیله گرمایی		تداخل در بازسازی- کار زیاد ماشین آلات	عدم امکان عبور ناشی از عملیات بازسازی	
شبکه آب	کمبود ماده خنک کننده - آب گرفتگی لوله ها و یا کابل های زیر زمینی	تداخل بازسازی -کار زیاد ماشین آلات - کمبود ماده خنک کننده -		عدم امکان عبور ناشی از عملیات بازسازی - سیل - کمبود خنک کننده در سیستم هایی که از آب به عنوان خنک کننده استفاده میکنند	کمبود خنک کننده - آب گرفتگی کابل های مدفون - نفوذ آب به کابل های عایق نشده
حمل و نقل	نبود ماشین های باتری دار - تاخیر در عمیات بازسازی -عدم امکان جابه جایی سوخت و مواد	تاخیر در عملیات بازسازی- تاخیر در عمیات بازسازی - عدم امکان جابه جایی سوخت و مواد	عدم امکان استفاده از تریلر های حمل آب - تاخیر در عملیات بازسازی- تاخیر در عمیات بازسازی - عدم امکان جابه جایی سوخت و مواد		استفاده بیش از حد از تلفن
ارتباطات	عدم عملکرد سیستم کنترل مرکزی -عدم امکان عبور برای عملیات بازسازی	عدم عملکرد سیستم کنترل مرکزی -عدم امکان عبور برای عملیات بازسازی	عدم عملکرد سیستم کنترل مرکزی -عدم امکان عبور برای عملیات بازسازی	عدم امکان عبور ناشی از عملیات بازسازی -عدم عملکرد سیستم کنترل مرکزی-عدم امکان عبور برای عملیات بازسازی	

جدول(2): جدول ارایه شده بر مبنای مشاهدات لرزه‌ای زلزله‌های گذشته Nojima,Kameda (1991)

Scawthornدرسال1993 مفهوم ماتریس اندرکنش را ارایه کرد.

$$E = \begin{bmatrix} e_{11} & e_{12} & \cdots & e_{1n} \\ e_{21} & e_{22} & \cdots & e_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ e_{n1} & e_{n2} & \cdots & e_{nn} \end{bmatrix}$$

که در آن تاثیر شریان حیاتی زبر روی شریان حیاتی i به صورت eij تعریف می شود.

Shinozuka , Tanaka در سال 1996 اندرکنش سیستم های آبرسانی و شبکه‌ی برق را به وسیله روش مونت کارلو محاسبه نمودند .آنها مبنای آسیب پذیری در شبکه‌ی آبرسانی را با توجه به اندرکنش آن با شبکه برق رسانی

Archive of SID
www.SID.ir

ایستگاه‌های پمپاژ در نظر گرفتند، همچنین تاثیر قطعی برق را بر روی سیستم‌های امداد و نجات مثل سازمان مدیریت بحران، بیمارستان‌ها، ترافیک اتوبان‌هادر نظر گرفتند و به این نتیجه رسیدند که هنوز فاصله‌ی زیادی بین مطالعات تئوریک و واقعیت وجود دارد که می‌توان آن را درضعف ناشی از عدم شناخت میزان هوشمندی و عکس العمل مردم دانست .

Zhang در سال 1992 بازسازی هر شریان حیاتی را با روند مارکوف مدل کرد و درجه‌ی تاثیری که هر شریان بر شریان دیگر داشت را تابعی از حالت آسیب دیده و حالت مطلوب آن شریان و شریان دیگر تعریف کرد همچنین توسط کامپیوتر یک شبیه سازی انجام داد.

فرضیات این روش عبارتند از :

- هر شریان حیاتی به صورت یک مدل مارکوف مدل می‌شود .
- میزان تاثیر هر شریان بر بازسازی شریان دیگر بصورت تابعی از حالت عادی و خسارت دیده شریان های حیاتی تعریف می‌شود.
- هر شریان حیاتی بصورت یک زیر مجموعه از کل سیستم قابل ملاحظه است.

نتایج تحقیقاتش نشان میدادند که اندرکنش شریانهای حیاتی به شدت بر روی سرعت و هزینه‌های بازسازی تاثیردارد.

Felix & Jeremyدر سال 1995 سازه های پست های برق و محافظ تجهیزات را شریانهای حیاتی تجهیزاتی نامگذاری کردند درواقع ارتباط مابین سازه‌ی اصلی یک پست برق (شامل قاب ها و مهاربندی ها) وتجهیزات و وسایل آنرا به عنوان اندرکنشی درون شریانی معرفی کردند (اندرکنش مابین تجهیزات و سازه‌های یک شریان حیاتی) واندرکنش مابین شریانهای حیاتی شامل این شریان حیاتی را محاسبه نمودند.

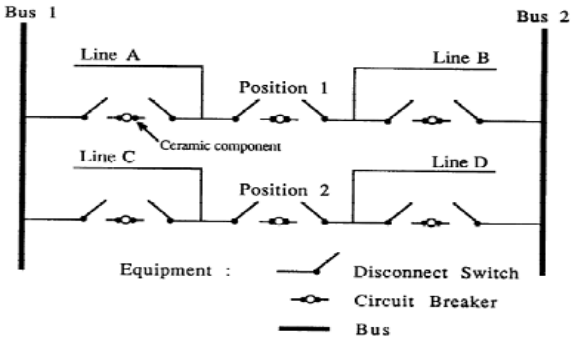
Felix در سال 1998 برای دستیابی و شناسایی اندرکنش بین شبکه تلفن و یک شریان حیاتی دیگر در مجاورت آن سیستم را با استفاده از GISمدل کرد .او عمکرد کلی یک شبکه تلفن را وابسته به تک تک اجزای تشکیل دهنده‌اش تعریف کرد، همچنین تمامی آسیب‌های ممکن را از نظر فیزیکی بررسی کرد، همچنین سعی نمود اندرکنش بین این شریان وشریانهای حیاتی مجاورش را شناسایی کند.

Der Kiureghian و همکاران در سال1999 بر روی تجهیزات موجود در پست های فرعی شبکه برق تحقیق کردندوهروسیله‌ای را به صورت یک جرم متمرکز با در نظر گرفتن میرایی وسختی آنها به عنوان یک جسم یک درجه آزادتوسط تحلیل خطی مدل و تحلیل نمودند. (شکل3)

Wen و همکاران در سال 2000 آنالیز اندرکنش برق-نفت و برق–آب را برای کاهش اثرات بحران انجام دادند. آنها در مورد اندرکنش به سادگی صحبت کردند. آنها فرض کردند که تجهیزات و پست های برق به هنگام زلزله سالم خواهند ماند که این فرض نتایج آنها رااز واقعیت دور کرد.

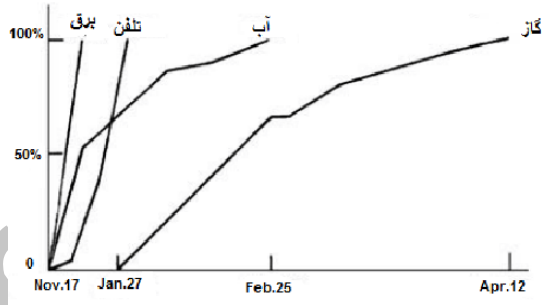
Archive of SID

www.SID.ir



شکل(3): تجهیزات موجود دریک پست برق

Su & Liuدر سال 2001 فاکتورهای تاثیر اندرکنش شریانهای حیاتی بر یکدیگر را با توجه به میزان تاثیر هر شریان حیاتی بر شریان حیاتی دیگر تحلیل ومحاسبه نمودند و درجه تاثیر اندرکنش شریانهای حیاتی را بر روی زمان بازسازی برحسب نوع شریان حیاتی بیان نمودند.(نمودار 1)



نمودار(1): تاثیر اندرکنش شریانهای حیاتی بر روی زمان بازسازی

حسینی، بر روی نیاز ها و رهیافت‌های مهندسی زلزله ی شریانهای حیاتی در سال 77 تحقیق نمود. در آن مقاله ضمن معرفی جامع مهندسی زلزله شریانهای حیاتی و تقسیم‌بندی شریانهای حیاتی مولفه‌های مهم آنها به بررسی ویژگی‌های شریانهای حیاتی و ارایه رهیافت‌هایی جهت کاهش آثار نامطلوب زلزله بر مستحدثات پرداخته شد.
حسینی و میرزا حسابی مشکلات ترافیکی در واکنش اضطراری آتش نشانی تهران پس از وقوع زمین لرزه‌ی احتمالی را در سال 77 بررسی نمودند. در آن مقاله با توجه به اهمیت آتش سوزی و اندرکنش واکنش‌های اضطراری آتش نشانی با آن پس از یک زلزله در شهرهای بزرگ به بررسی ویژگی‌های ترافیکی و توانایی خدمت دهی شبکه ترابری آتش نشانی و مشکلات احتمالی و ارایه راهکارهایی برای کاهش مشکلات احتمالی بپردازد که

Archive of SID
www.SID.ir

با توجه به وسعت زیاد شهر تهران و مشکلات ترافیکی فراوان و نبود شبکه حمل ونقل جاده‌ای منظم به بررسی محدوده‌ی ایستگاه شماره 11 تهران پرداخته است .

6. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بر اساس مطالعات و تحقیقات انجام شده نتایج زیر به اختصار ارایه می‌شود:

1-شبکه آبرسانی بدترین اثر را بر روی سیستم حمل و نقل به خصوص درمناطق قدیمی وفرسوده شهرها دارد.

2-مدیریت هجوم مردم به سمت خیابان ها امری بسیار مهم و اساسی در سرعت امداد رسانی و دسترسی به مناطق بحران زده است.

3-جایگذاری دقیق و با مطالعه قبلی شریان های حیاتی و نیز ایستگاه های امداد و نجات در سطح شهر بسیار مهم است.

4-زمان رخداد زلزله در عکس العمل مردم و نیز امداد رسانی و جریان ترافیک بسیار اهمیت است.

5-پلیس در بسیاری از مواقع در بحث مدیریت بحران (باز نگه داشتن راه های دسترسی امداد) نقش مهمی را ایفامی‌کند.

6-آموزش برای مردم و گروه های امدادو نجات و نیز پلیس در حین بحران مفید خواهد بود.

7-حق تقدم در بازسازی شریان های حیاتی مختلف با شبکه برق رسانی است زیرا سرعت بازسازی آن بیشتر از سایر شریان ها است و نیزعملکرد آن موجب کمک کردن در بازسازی شریان های دیگر خواهد شد.

8-امروزه بوسیله Web GIS تحلیل اندرکنش بین شریان های حیاتی بوسیله ی اطلاعات واقعی در یک سیستم شهری ساده و دقیقتر شده است .

9-جمع آوری اطلاعات اساسی در مورد جزئیات در منطقه ی تحت مطالعه سخت است و یا اینکه با توجه به تغییرات خواص فیزیکی و شیمیایی برخی از شریانها همانند لوله های مدفون انتقال آب منحنی‌های شکنندگی ثابتی برای آنها نمی‌شود تعریف کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به موارد فوق به نظر می‌رسد تحقیقات در زمینه‌های آموزش مردمی، عملکرد انتظامی و آموزش تیمهای تعمیراتی برای عملکرد مناسب و از پیش برنامه ریزی شده در زمان بحران مورد نیاز می‌باشد.

7.مراجع

1- مشکلات ترافیکی در واکنش اضطراری آتش نشانی تهران پس از وقوع زمین لرزه‌ی احتمالی – علی میرزا حسابی،محمود حسینی– اردیبهشت 1377

2- مهندسی زلزله شریانهای حیاتی، نیازها و رهیافت ها – محمود حسینی – اردیبهشت 1377

3-Bob-Lau -John. M .Eidinger,1991, Water-Power lifeline interaction

4-R.H.Zhang,1992, Lifeline interaction and post earthquake urban system reconstruction

5-M.Shinozuka,1996, Effects of lifeline interaction under seismic condition

6-Mahmood Hosseini .Alireza Hessabi,1999, Lifeline interaction effects on the earthquake emergency response of fire department in tehran metropolis

7-Yao bao hua -Xie lili -Hou Enjie,Mar2004, A comprehensive study method for lifeline system interaction under seismic condition

8-Tang Aiping -Ou Jingping,Aug2004, Lifeline systems interaction and their seismic performance assessments

9-Yao bao hua -Xie lili -Hou Enjie,Aug2004, Study effect of lifeline interaction under seismic condition

10 -M.J.O'rourke,Aug2004, soil structure interaction facility for lifeline systems

11-Mahmood Hosseini,Oct 2008,a procedure for risk mitigation of water supply system in large and populated cities

12- Mahmood Hosseini,May2003,The latest achievments in seismic evaluation methods and upgrading techniques for Gas & Water Lifelines

13-S.E.Chang,1998,Measuring lifeline system performance: Highway transportation systems in recent earthquakes build on KOBE and Northridge experiences

14- Mahmood Hosseini,Oct 2008,A risk management model for inter city road systems

15-M.shinozuka,Aug.2004,transportation network simulation for dynamic origin destination matrix under earthquake damage

16-T.D.O'rourke,Jan. 2003,large scale of experiments of buried steel pipelines with elbows subjected to permanent ground deformation

Archive of SID

www.SID.ir

17- Hirouky KAMEDA,2000,Engineerin management of lifeline systems under earthquake risk

Archive of SID

www.SID.ir