مدیریت شریانهای حیاتی شهر کرمان در مواقع بروز زلزله با تاکید بر شبکه آبرسانی

امین اسدی زیدآبادی[1]، اسماعیل امیری شمس[2]، غلامعباس بارانی [3]

1-دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های هیدرولیکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان،کرمان،ایران
Amin_asadiz@yahoo.com
2- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های هیدرولیکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان،کرمان،ایران
Esmail_soheil@yahoo.com
3- استاد گروه مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان،کرمان،ایران
G.A.Barani@yahoo.com

چکیده

آنچه امروزه در خصوص مدیریت جامع بحران کلان شهرها به نحو ویژه ای مدنظر است شامل آخرین دستاوردها در زمینه تدوین راهبردی کلان و خرد مدیریت بحران و مدیریت ریسک می‌باشد. در این راستا همواره شناخت و تعیین اولویت‌ها در خسارات وارده از گام‌های اولیه می‌باشد.شریان‌های حیاتی که در قالب کلی شامل راه‌ها، پل‌ها، تونل‌ها، خطوط انتقال (آب، نفت و گاز) و همچنین شبکه‌های مخابراتی و رسانه‌ای می‌باشد به عنوان اصلی‌ترین اجزای هر کلان شهر در اولویت اول قرارمی‌گیرد. به عبارت دیگر درصورت آسیب‌پذیر بودن جدی و نقص کاربری یکی از شریان‌های حیاتی فعالیت‌های شهری و یا امداد رسانی در زمان بحران فلج می‌شود و به این ترتیب خسارات جانی و مالی رو به فزونی می‌گذارد.در این تحقیق با اشاره به روش‌های شناخت آسیب‌پذیری و کنترل عملکرد شریان‌های حیاتی شهر کرمان به مطالعه شبکه آبرسانی و مخازن ذخیره آب شهرکرمان پرداخته می‌شود و افزون بر بررسی آسیب‌پذیری این شریان ها برمبنای مطالعات موجود و مدل‌های جدیدی ساخته شده به روش‌های کاهش تبعات و تأثیر برکیفیت فعالیت‌های شهری ناشی از نقص در این شبکه در هنگام وقوع زلزله نیز پرداخته می‌شود.

کلمات کلیدی : شریان‌های حیاتی ،آسیب‌پذیری ، کنترل عملکرد ،خطوط انتقال،مخازن مدفون،کرمان

1-مقدمه

نقش مهم شریان‌های حیاتی در فرآیند مدیریت جامع بحران شهری و ارتباط تنگاتنگ این شبکه ها با هم از یک سو و ارزش اقتصادی آنها از سوی دیگر باعث می‌شود که توجه ویژه‌ای به آنها داشته باشیم. به همین لحاظ است که باید برنامه مدون و مفصلی را برای رسیدگی به امر شریان‌های حیاتی در هنگام وقوع بحران‌های ناشی از سوانح طبیعی داشته باشیم. امر اطلاع‌رسانی چه در برنامه‌ریزی‌های پیشگیرانه و چه در هنگام بحران مهم‌ترین مقوله‌ای است

www.SID.ir

که باید مورد توجه قرار گیرد. جمع‌آوری و سازماندهی و تحلیل صحیح اطلاعات است که ابزار مناسبی را در اختیار مدیران بحران قرار می‌دهد.مرمت و بازسازی و راه‌اندازی اغلب شریان‌های حیاتی مستلزم مطالعات جدید و صرف هزینه هایی گزاف است، از دیگر سو اغلب شریان‌های حیاتی در چهارچوب پروژه‌های ملی احداث و نگهداری می‌شوند و هزینه های مرتبط با آن، بخش قابل ملاحظه ای از اعتبارات سالانه شهری را به خود جلب می کند. همچنین به جهت اتصال این شریان ها با دیگر شبکه‌های ، مطالعات ایمن‌سازی بر هر امری مقدم است. در جمع‌آوری و سازماندهی اطلاعات باید مدنظر داشت که شبکه شریان‌های حیاتی در هنگام وقوع زمین‌لرزه از یکدیگر تأثیر پذیرند و بنابراین نمی‌توان تنها عکس‌العمل‌های جداگانه آنها را ملاک عمل قرار داد و غالباً لازم است برای کل مجموعه نیز فکری کرد. به عنوان نمونه آسیب پذیری زیرساخت های شبکه مخابراتی امکان تصمیم گیری و امدادرسانی در مورد اغلب شریان های دیگر را از میان می برد و در صورت ایجاد آسیب در مسیر های دسترسی به این زیرساخت ها و یا پدید آمدن ترافیک و ازدحام خودرو ها ناشی از تخریب بخشی از پل های شاهراهی، تعمیر و مرمت با کندی و دشواری صورت می پذیرد و همچنین آسیب دیدن شبکه آبرسانی ممکن است فاجعه انسانی به بار آورد زیرا آب یکی از عوامل مهم در حیات انسان است به نظر اکثریت کارشناسان شبکه آبرسانی حیاتی ترین شریان در هر شهر و روستای است و این امر لزوم پرداختن به موضوع مقاوم سازی این شبکه را امری لازم و ضروری می کند

2- ویژگیها، عملکرد، آسیب پذیری و مقابله با اثرات زلزله در شریانهای حیاتی

شریانهای حیاتی به طور کلی دارای سه خصوصیت مهم می باشند که آنها را از ساختمانها و سایر تأسیسات ساختمان متمایز می سازد .این سه ویژگی عبارتند از:

- گستردگی
- پیچیدگی و تنوع مولفه ها
- اندر کنش عملکردی -آسیبی

ویژگی اول باعث می گردد که شریانهای حیاتی به طور همزمان تحت تأثیر چند خطر ناشی از زلزله همانند تکانهای شدید، زمین لغزش و سنگ ریزش، روانگرایی، گسلش، نشست های بزرگ و ناگهانی قرارگیرند.

ویژگی دوم، یعنی پیچیدگی سیستم های شریانهای حیاتی و تنوع مولفه های آنها علاوه بر اینکه بررسی در برابر زلزله را نیازمند به همکاری نزدیک متخصصین گوناگون در رشته خاک و پی، سازه، مکانیک، هیدرولیک، برق و مخابرات می نماید، بلکه مطالعه و ارزیابی و رفتار آن سیستم ها را در برابر زلزله مشکل می سازد .انحصاری بودن برخی فناوری های مربوط به سیستم های شریانهای حیاتی و تفاوت هایی که میان استاندارد های طراحی و ساخت در کشورهای سازنده وجود دارد، مشکلات این مطالعه و بررسی ها را دو چندان می نماید.ویژگی سوم که آن را می توان اصطلاحاً اندرکنش عملکردی -آسیبی نامید، یکی از مشکل سازترین ویژگی ها در تحلیل آسیب پذیری لرزه ای و ایمن سازی در برابر زلزله می باشد.

اصطلاح عملکردی آسیبی به این مفهوم است که عملکرد برخی از شریانهای حیاتی به عملکرد برخی دیگر وابسته می باشد .یا اینکه آسیب دیدن برخی از شریانهای حیاتی می تواند مستقیماً یا بطور غیر مستقیم به شریانهای حیاتی دیگر آسیب برساند.[1]

برای کاهش آسیب پذیری شریانهای حیاتی در برابر زلزله، چهار روش کلی وجود دارد:

www.SID.ir

1- دوری از خطر یا انتخاب مناسب ساختگاه
2- جلوگیری از ورود تحریکات به سیستم یا جدا سازی لرزه ای
3- کنترل اثر تحریک در درون سازه به صورت های انفعالی و یا فعال
4- طراحی مقاوم اجزاء و مولفه های سیستم

در این مقاله، شریانهای حیاتی در سه بخش زیر بررسی گردیده است:

1. سیستم های آب و فاضلاب
2. راه و ترابری
3. انرژی

3-سیستم های آب و فاضلاب:

این قسمت به طور مشخص، به دو بخش شبکه و مخازن مجزا میشود .ولی اساسی ترین مشکلات هنگام وقوع زلزله، در لوله ها و اتصالات موجود در شبکه مشاهده میشود.
لوله ها و اتصالات مورد استفاده در سیستم های آب و فاضلاب شامل انواع زیر میگردند:

- فولادی
- بتنی
- آزبست
- پلیمری
- چدنی شکلپذیر

3-1-خطرات و مشکلات

حساسیت لوله ها در خرابی ناشی از زلزله در زلزله های متعددی نظیر آلاسکا، ژاپن، سانفرناندو و شیکاگو به اثبات رسیده است .خطوط لوله ها را به دلیل مسائل حفاظتی، تأمین تکیهگاه مناسب و بالابردن ضریب اطمینان عموماً به صورت مدفون و زیرزمینی در نظر میگیرند و لذا تحت تأثیرعوامل مختلف خارجی و زلزله های بخصوص حرکات گسلها قرار میگیرند .حرکت بزرگ گسلهای فعال ناشی از زلزله یکی از مهمترین منابع اعمال نیرو بر خطوط لوله های مدفون میباشد .انواع حرکت های گسلها عمدتاً ایجاد تغییر شکل در لوله، افزایش و کاهش طول را منجر گردیده و نیروی محوری و گشتاور خمشی در لوله ایجاد میکنند .شکست لوله در دو حالت کلی به صورت شکست محوری و شکست ناشی از اندرکنش نیروی محوری و گشتاور ایجاد میکنند .شکست لوله در دو حالت کلی به صورت شکست محوری و شکست ناشی از اندرکنش نیروی محوری و گشتاور گسل بستگی دارد .نمونهای از این خرابی در شکل (1) نشان داده شده است.

www.SID.ir

شکل(1): شکست لوله 800 میلیمتری در سیستم انتقال آب، زلزله کوبه. [2]

از دیگر مواردی که لوله ها را در معرض خطر قرار میدهد روانگرایی میباشد که باعث تغییر شکلهای جانبی در زمین های متشکل از خاک های درشت دانه اشباع از آب میشود و از مهمترین علل ایجاد خسارت در زمان وقوع زلزله یا مدتی پس از وقوع آن است .این تغییر شکلها به صورت دائمی بوده و میزان آن از چند سانتیمتر تا چند متر در موارد مختلف متفاوت بوده است.

عامل دیگری که در ایجاد خرابیها نقش زیادی ایفا کرده، انتشار موج میباشد .بر این اساس هر چه سرعت انتشار موج بیشتر باشد، میزان خرابی در لوله ها افزایش میابد .این صدمات در لوله هایی که دارای خوردگی و پوسیدگی ناشی از اکسید شدن و تأثیر مواد شیمیایی میباشند بیشتر است .عوامل دیگری مانند جنس لوله، نوع انتشار موج و عمق قرارگیری لوله در خاک نیز در این امر موثر است.

علاوه بر روانگرایی و گسلش که باعث ایجاد تغییر شکلهای دائمی در خاک میشود، میتوان به لغزش نیز اشاره کرد.لغزش به حرکت تودهای از خاک که میتواند ناشی از حرکات لرزهای باشد میگویند و باعث از بین رفتن تکیه گاه های لوله ها و اعمال بار اضافی بر روی آنها میشود .این پدیده معمولاً در نواحی شیروانیها(شیبهای طبیعی و یا مصنوعی ایجاد شده توسط انسان درخاک)رخ میدهد [1] و [3].

3-2-راه حلهای موجود به منظور کاهش خسارات لرزهای شبکه لوله ها

- تغییر مسیر خط عبور لوله
- ایزوله کردن لوله در برابر حرکات زمین
- کاهش حرکات زمین
- استفاده از مواد مقاومتر

www.SID.ir

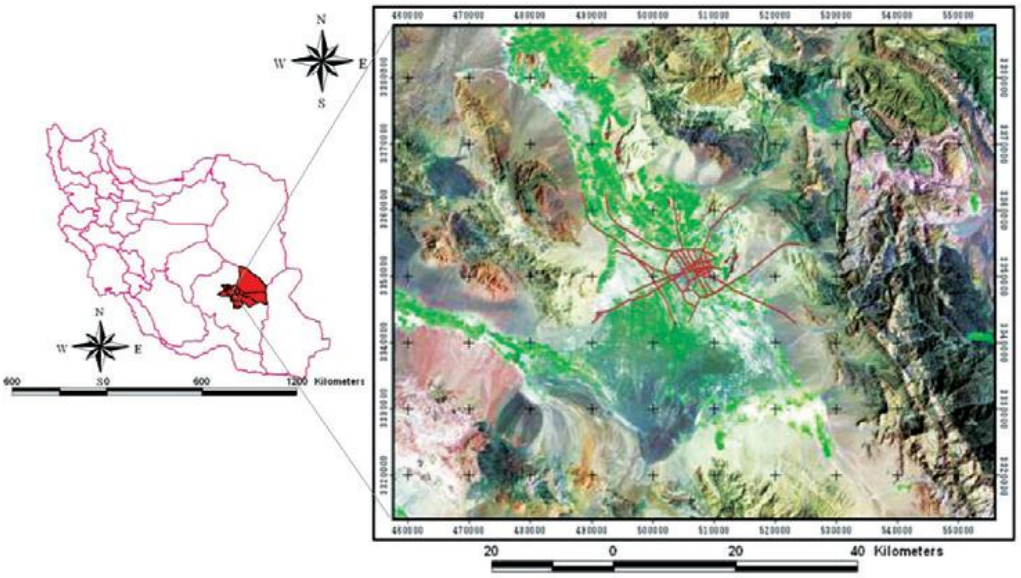
- استفاده از مواد و اتصالات شکل پذیرتر[2]

4 –نحوه ی رویکرد:

در این تحقیق سعی بر این است که میزان مقاومت منابع آب و لوله های آبرسانی شهر کرمان در مقابل نیروی زلزله احتمالی محاسبه گردد.این اندازه گیری بر اساس آیین نامه زلزله و نشریه 123 سازمان برنامه و بودجه کشور و همچنین راهنمای طراحی لرزه ای و ساخت تاسیات آبرسانی شرکت آب ژاپن(JWWA) صورت میگیرد و ضمن اندازه گیری مقاومت شریان های حیاتی در برابر نیروی زلزله،میزان و نوع آسیب وارده نیز معین میگردد و در پایان راهکار های لازم جهت کاهش آسیب ها پیشنهاد خواهد شد.

4-1- شرایط شهر کرمان از لحاظ زمین شناسی و لرزه خیزی:

شهر کرمان در جنوب خاور ایران، در محدوده ای با طول جغرافیایی ′ °30 14 تا ′ °30 19 خاوری و عرض جغرافیایی 57 ° تا 57 ° 7 شمالی واقع شده است .جمعیت آن اندکی بیش از 600 هزار نفر بر آورد شده و بزر گترین شهر در جنوب خاور کشور است .این شهر با ارتفاع 1700 تا 1800 متر از سطح دریا در حاشیه شمال خاوری دشت کرمان قرار گرفته است (شکل 2).



شکل(2): موقعیت شهر کرمان در حاشیه شمال خاوري دشت کرمان.

دشت کرمان یک چاله زمین ساختی از نوع فروزمین فشاری است و به لحاظ زمین شناسی به ایران مرکزی تعلق دارد . تماس آن با کو ه های اطراف معمولاً از نوع گسلی است .بسیاری از این گسل ها فعال هستند و شهر را کم و بیش

www.SID.ir

تهدید می کنند .اگر چه بسیاری از کو ههای اطراف شهر کرمان از جنس سنگ آهک های کرتاسه هستند[4]. ولی بر اساس شواهد مربوط به بررسی های ژئوفیزیکی و حفاری در محل فعلی شهر کرمان توالی پیوست هایی از رسوبات میوسن تا کواترنر وجود دارد که ستبرای آن به بیش از 200 متر می رسد(شکل3) .

شکل(3) : ستون A زمین شناسی چاه اکتشافی طاهر آباد [5] .ستون B زمین شناسی چاه شماره یک شرکت تعاونی چند منظوره دانشگاه باهنر .

4-2- ارزیابی خطر زمین لرزه:

اگر چه تاکنون مطالعات کاملی در زمینه زلزله خیزی محدوده شهر کرمان صورت نگرفته است، اما کارشناسان بسیار هر یک به نحوی، به زلزله خیزی آن پرداخته اند. با روش تحلیلی زلزله خیزی شهرکرمان را بررسی کرده است،به باور او گسل های شمال کرمان و باغین تهدید کننده اصلی شهر کرمان هستند، او طول گسل شمال کرمان را 40 کیلومتر و کمترین فاصله آنرا تا شهر 15 کیلومتر در نظر گرفته است، براساس مطالعات وی، وقوع زمین لرزه 7 ریشتری در محدوده این گسل امکان پذیر است که در این صورت نتیجه میگیرد در شهر کرمان شدت آن VI MMIخواهد بود. یغمایی طول گسل باغین را 73 کیلومتر و کمترین فاصله آن را با شهر کرمان 20 کیلومتر برآورد کرده است، بر اساس این بررس ها، وقوع زلزله در سطح این گسل می تواند با شدت VII MMI در شهر کرمان احساس شود [6].شاه پسند زاده و حیدری نزدیک ترین

www.SID.ir

گسل تهدید کننده شهر کرمان را گسل کوهبنان معرفی کرده اند .براساس این مطالعات، طول قطع های از این گسل که در نزدیکی شهر کرمان قرار دارد 80 کیلومتر و وقوع زلزله 6/7 ریشتری توسط آن امکان پذیر است که در این صورت شدت آن در شهر کرمان بیش از IX MMI خواهد بود[7]. آل طه و شرکتی نیز با استفاده از نرم افزار، خطر زمین لرزه به روش احتمالاتی برای شهر کرمان را محاسبه کرده اند[8]. زارع و ریاضی و همکاران نیز لرزه خیزی این شهر را به عنوان بخشی از یک محدوده وسیع تر بررسی کرده اند. [9] تاکنون زمین لرزه های بسیاری باعث خرابی ساختمان ها در شهر کرمان شده اند، به عنوان مثال زمین لرز ه 28 دیماه 1242 چترود(منتسب به گسل کوهبنان)آسیب قابل توجهی به شهر کرمان وارد ساخت .زمین لرز ه 2 خرداد 1276 چترود نیز باعث تخریب ساختما نها و کشته شدن چند نفر شد .حتی زمین لرز ه 31 شهریور 1302 لاله زار که به گسل رفسنجان نسبت داده میشود و مرکز آن با شهر کرمان 90 کیلومتر فاصله داشته است باعث آسیب دیدگی برخی از ساختمانهای کرمان و زخمی شدن 2 نفر شد. به منظور بررسی روند رخداد زمین لرزه در ابعاد مختلف و به روش آماری-احتمالاتی، 437 زمین لرزه روی داده در سال های 1907 تا 2005 در شعاع300 کیلومتری شهر کرمان که بزرگی آنها بیش از 4 ریشتر بوده است بررسی شد. بر اساس این مطالعه، مقدار ضرایب a و b به ترتیب 5.128 و 0.5559به دست آمد.بر اساس موارد اشاره شده و وابستگی شریان های حیاتی به زندگی روزمره انسان ها لزوم پرداختن به موضوع بهینه سازی آسیب شریان ها را به مهمترین بحث شهرهای لرزه خیزی چون شهر کرمان بدل می کند.

5- نتایج:

از مهمترین نتایج بدست آمده می توان به موارد زیر اشاره کرد:

1- تحلیل خطر لرزه ای شهر کرمان با رو شهای احتمالاتی و تحلیلی مشخص می سازد که شهر کرمان در یکی از فعا لترین واحدهای لرزه زمین ساختی ایران واقع شده و گسل های فعال بسیاری در نزدیکی این شهر قرار دارند.

2- خطر ایجاد روانگرایی در محدوده کوچکی از مرکز شهر مطرح است .در عین حال، به علت بالا بودن ستبرای رسوبات سست جوان در زیر شهرکه با افزایش دوره تناوب چیره امواج میکروترموری تأییدمیشود و نیز به علت ریزدانه و سست بودن این رسوبات، خطر تشدید جنبش زمین(بویژه در محدوده ای از جنوب و مرکز تا باختر شهر)مطرح است .

3- میزان خطر در بخشهای مرکزی، باختری و همچنین بخش هایی از جنوب شهر به شدت افزایش می یابد که سازه های موجود در این بخش ها در اثر زمین لرزه احتمالی به شدت ویران خواهند شد.

4- مقاومت پل های موجود در مبادی ورودی شهر کرمان بایستی در برابر زلزله های احتمالی بررسی گردد تا در امر امداد و نجات خللی ایجاد نشود.

5- شبکه آبرسانی شهری در شهر کرمان بایستی در برابر زلزله احتمالی مقاوم سازی شود.

6- در همه ی شهر های در معرض زلزله بایستی مقاوم سازی شبکه آبرسانی در برابر نیروهای ناشی از زلزله در اولویت قرار گیرد

www.SID.ir

7- در راستای شناخت آسیب‌پذیری و کنترل عملکرد شریان‌های حیاتی در سطح کشور و امکان مدیریت جامع بحران تحت تأثیر مدیریت اطلاعات باید چک لیست های استاندارد بر مبنای اصل پیوستگی شریان ها به یکدیگر تهیه شود که بدین وسیله امکان امتیاز دهی اولیه سطح آسیب پذیری را نیز فراهم آورد.

8-با توجه به محوریت نیاز آب در تامین مایحتاج اساسی آسیب دیدگان توجه جدی به منابع تامین آب و تهیه ملزمات مورد نیاز و شناسایی روشهای سهل والوصول و بهداشتی توزیع و سازمان دهی موثر کمک رسانان (تیم های آبرسان) و هماهنگی ارگانیکی این تیم ها با سایر عوامل دست اندرکار یعنی تعریف هدفمند فلوچارت تاکید می گردد.

6 -تقدیر و تشکر:

در اینجا بر خود وظیفه می‌دانم کمال تشکر و قدر دانی را از جناب آقای دکتر بارانی بجا آورده و در نهایت ادب و احترام برای ایشان موفقیت روزافزون را از ایزد منان خواستار باشم.

7- مراجع:

[1] رجایی، ح .تاثیرپذیری خطوط لوله های مدفون در برابر حرکت گسل و روشهای تحلیل آن، اولین همایش ملی مهندسی زلزله شریانهای حیاتی موسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله . تهران،1377.

[2] Chen, W.F & Scawthorn, C. Buried Pipelines. In O'Rourke, M.J (Ed.). Earthquake engineering handbook,Chapter 23,2003.

[3] سروش، ع .تغییرشکلهای جانبی خاک بر اثر پدیده روانگرایی و تاثیر آن بر شریانهای حیاتی مدفون، اولین همایش ملی مهندسی زلزله شریانهای حیاتی موسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران،ایران،1377.

[4] Dimitrijevic, M. D.,1973- Geology of Kerman region , G.S.I , report no. yu/52, ،1973.334p

[5] CITRA, Etude sur le Development del utilisation Des Eaux sou terraines Dans La zone De Kerman،1965.

[6] یغمائی، م.ع، طرح مطالعه لرزه خیزی استان کرمان، جلد اول، وزارت معادن وفلزات، شرکت توسعه علوم زمین،1371.

[7] شاه پسندزاده، م .و حیدری، م.، - بررسی مقدماتی لرزه خیزی، لرزه زمین ساخت و خطر رویداد زمین لرزه -گسلش در پهنه استان کرمان، مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، 21 ،1375.

[8] آل طه، ب .و شرکتی، ش.، - گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مطالعه لرزه خیزی و سایسموتکتونیک شهر کرمان ،جلد های2 ، 1و 3 دانشگاه آزاد اسلامی واحد زرند،1375.

www.SID.ir

[9] زارع، م، مطالعه لرزه زمین ساخت و تحلیل خطر زمین لرزه در گستره طرح تأمین آب دراز مدت کرمان، مهندسین مشاور هلیل آب،1374.

Archive of SID

www.SID.ir