TEHRAN PROVINCIAL WATER AND
WASTEWATER COMPANY (TPWWC)
THE ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN

No.

THE STUDY ON WATER SUPPLY SYSTEM RESISTANT TO EARTHQUAKES IN TEHRAN MUNICIPALITY IN THE ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN

Executive Summary (IN PERSIAN)

November 2006

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD.
and
TOKYO ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

GE
JR
06-071

Exchange Rate used for the Report

US $1.00 = Rial 9,186

US $1.00 = JP¥ 115

As of end of July 2006

PREFACE

In response to a request made by the Government of Islamic Republic of Iran, the Government of Japan decided to conduct the Study on Water Supply System Resistant to Earthquakes Tehran Municipality in the Islamic Republic of Iran and entrusted the study to the Japan International Cooperation Agency (JICA).

JICA sent to Iran a study team headed by Mr. Koichi IWASAKI of Nihon Suido Consultants Co., Ltd. between May 2005 and November 2006. The study team was composed of members from Nihon Suido Consultants Co., Ltd. and Tokyo Engineering Consultants Co., Ltd. JICA also established an Advisory Committee headed by Mr. Haruo IWAHORI, Senior Advisor, Institute for International Cooperation JICA, which, from time to time during the course of the study, provided specialist advice on technical aspects of the study.

The team held discussions with the officials concerned of the Government of Islamic Republic of Iran and conducted field surveys at the study area. Upon returning to Japan, the team conducted further studies and prepared present report.

I hope that this report will contribute to the promotion of this project and to the enhancement of friendly relationship between our two countries.

Finally, I wish to express my sincere appreciation to the officials concerned of the Government of Islamic Republic of Iran, Tehran Provincial Water and Wastewater Company and Tehran Water and Wastewater Company for their close cooperation extended to the team.

November, 2006

Ariyuki Matsumoto
Vice-President
Japan International Cooperation Agency

November, 2006

Mr. Ariyuki MATSUMOTO
Vice-President
Japan International Cooperation Agency

Letter of Transmittal

Dear Sir,

We are pleased to submit to you this Final Report on the Study on Water Supply System Resistant to Earthquakes in Tehran Municipality in the Islamic Republic of Iran. This report incorporates the views and suggestions of the authorities concerned of the Government of Japan, including your Agency. It also includes the comments made on the Draft Final Report by TPWWC (Tehran Provincial Water and Wastewater Company), TWWC (Tehran Water and Wastewater Company), MPO (Management and Planning Organization) of the Government of the Islamic Republic of Iran and other government agencies concerned of the Islamic Republic of Iran.

The Final Report comprises a total of three volumes as listed below.

Volume I	: Executive Summary
Volume II	: Main Report
Volume III	: Appendix

This report contains the Study Team's findings, conclusions and recommendations derived from the three phases of the Study. The main objective of the Phase I was to conduct a reconnaissance survey. That of Phase II was to perform damage estimation of the water supply system and to set the target of earthquake resistant system, whilst that of the Phase III was to formulate an earthquake resistant plan for Tehran water supply system.

We wish to take this opportunity to express our sincere gratitude to your Agency, the Ministry of Foreign Affairs and the Ministry of Health, Labour and Welfare of the Government of Japan for their valuable advice and suggestions. We would also like to express our deep appreciation to the relevant officers of TPWWC, TWWC and MPO of the Government of the Islamic Republic of Iran for their close cooperation and assistance extended to us throughout our Study.

Very truly yours,

Koichi IWASAKI, Team Leader
Study on Water Supply System Resistant to Earthquakes in Tehran Municipality in the Republic of Iran

خلاصه طرح مقاوم سازی در برابر زلزله

طرح مقاوم سازی در برابر زلزله که در اینجا به آن خواهیم پرداخت، به تحقق پیوستن اقداماتی در خصوص مقاوم سازی سامانه آبرسانی تهران را، هدف خود قرار داده است. زمانی که اقدامات ضروری نظیر تغییر مکان یک تصفیه خانه مد نظر باشد، طرح مقاوم سازی بسیار پرهزینه تمام خواهد شد، در حالیکه باعث افزایش درآمد حاصل از فروش آب نخواهد بود. این گونه اقدامات از طرحی که در ذیل به معرفی آن خواهیم پرداخت حذف شده اند، چرا که در صورت عدم دریافت یارانه برای اجرای طرح، میزان آب بها را به میزان زیادی افزایش خواهند داد. همچنین پیش بینی منابع تامین اضطراری آب حائز اهمیت بسیاری خواهد بود، که در این طرح لحاظ شده است.

اقدامات مقاوم سازی در برابر زلزله برای خطوط اصلی انتقال آب خام و تصفیه خانه ها در ابتدا مورد مطالعه قرار گرفت. داده های موجود مربوط به لوله های اصلی انتقال آب خام، ناکافی هستند و بعلاوه این خطوط، خارج از حیطه مطالعات می باشند. معهذا نظر به این امر که این تاسیسات در زمینه انتقال آب به شهر تهران اساسا حائز اهمیت بسیار می باشند، بررسی مقدماتی در خصوص این خطوط در این مطالعه بعمل آمد.

همانگونه که در فصل 4 توضیح داده شد، تاسیسات واقع برروی گسل ها در نتیجه وقوع زلزله سناریو، خسارت خواهند دید. با این حال، مقاوم سازی کامل چنین تاسیسات بالادستی مثل لوله های اصلی انتقال آب خام به تصفیه خانه ها دشوار می باشد، و اقدامات پیشگیری در خصوص آنها شامل به حداقل رساندن / کاهش تاثیرات خسارت می باشد، که این مسئله در بخش هدف گذاری از فصل 5 توضیح داده شده است. اقدامات پیشگیری دراین خصوص شامل نصب خطوط لوله کنارگذر، انتقال آب از دیگر تاسیسات فعال، یا تغییر مکان به نقاط امن پس از انقضای طول عمر آنها می باشد.

همچنین پیشنهاد می شود وضعیت تاسیسات مورد نیاز طبق آئین نامه 2800 که به منزله ضوابط طراحی در مقابله با یک زلزله خاص با شتا بg350 و دوره بازگشت حدود یکصد سال می باشد، ارتقاء داده شود. دوره بازگشت طبق نقشه منحنی

های همشتاب منطقه تهران- ری که توسط مرکز بررسیهای زمین شناسی ایران صورت گرفته است، به دست آمده است.

در صورت ایجاد خسارت در لوله های اصلی انتقال آب خام یا تصفیه خانه های آب در اثریک زلزله بزرگ سناریو، اقدامات اصلی مطرح، انتقال آب از تاسیسات فعال دیگر می باشد. این مفهوم با درنظر گرفتن وضعیت پراکندگی تاسیسات، بدست آمده است. چهار سامانه آب سطحی بعلاوه منابع بسیار آب زیرزمینی وجود دارند و تصفیه خانه های شماره 6 و شماره 7 نیز در آینده ساخته خواهند شد. بعلاوه شبکه انتقال آب پاک تاسیس شده اند و مقدار قابل ملاحظه آب را می توان به منطقه مورد نظر از طریق شبکه منتقل نمود.

آنالیزهای صورت گرفته طبق آئین نامه 2800 نشان می دهند که برخی بخشها یا اعضای ساختمانها و سا زه های تاسیسات دارای ظرفیت ایستادگی ناکافی می باشند و مقاوم سازی آنها ضروری است. تجهیزات مکانیکی و الکتریکی در وضعیت ناپایداری نصب شده اند و این امرمی تواند باعث بروز حوادث ثانوی گردد.

اقدامات مربوط به تجهیزات در فصل 6 مورد مطالعه قرار گرفته اند.

اقدامات لازم برای تاسیسات پائین دست ازلوله های اصلی انتقال آب پاک به شبکه های توزیع، مورد مطالعه قرار گرفته اند.

در خصوص لوله اصلی انتقال، مقاوم سازی به عنوان اقدام اصلی برای به حداقل رساندن خسارت بکار گرفته می شود. تعداد نقاط خسارت برآورد شده پس از زلزله سناریو با خسارت 70% و کمتر، 23 مکان می باشند که در محل عبور گسل قرار دارند و تعداد 30 نقطه در محل اتصال لوله ها به سازه های عظیم وجود دارند و تمامی نقاط برآورد شده باید در طی طرح، مقاوم سازی شوند. نقاطی که دارای ایمنی 70% به بالا بوده و در محل عبور گسل قرار دارند می توانند در آینده مقاوم سازی شوند. معهذا، تمامی اتصالات ضعیف لوله با سا زه ها با توجه به سهولت و گران نبودن اجرا، مقاوم سازی خواهند شد.

برنامه ریزی شده است که بخش مهم از لوله های اصلی توزیع را برای به حداقل رساندن خسارت، مقاوم سازی نمود، در حالیکه اقدامات عمده درخصوص لوله های توزیع آب، شامل آبرسانی اضطراری و بازسازی می باشند. لوله های اصلی انتقال در محل عبور گسل و اتصال به سا زه ها در بخش شمالی را می توان مقاوم سازی نمود. خسارات وارده در لوله های اصلی دیگر و لوله های فرعی را می توان از طریق اقدامات پیشگیری اضطراری پوشش داد.

در خصوص تاسیساتی مانند مخازن و ایستگاههای پمپاژ، نصب خطوط لوله کنارگذر، انتقال آب از دیگر تاسیسات فعال و نقل مکان تاسیسات به مکان های امن پس از انقضای مدت عمر مفید در آینده، اقدامات مناسبی خواهند بود که مشابه اقداماتی هستند که در خصوص تصفیه خانه ها پیشنهاد شد.

ظرفیت ایستادگی برخی تاسیسات و سازه ها در برخی بخشها ناکافی است و مانند مورد تصفیه خانه ها، هیچ گونه مطابقتی با آئین نامه 2800 نشان نمی دهد. بعلاوه، برخی تجهیزات مکانیکی و الکتریکی بطرز مناسبی نصب نشده اند و احتمال وقوع حوادث ثانوی وجود دارد. برنامه ریزی شده است که این تاسیسات و تجهیزات بطرز مناسبی مقاوم سازی شوند.

دوره پروژه و سال هدف، با توجه به برنامه اجرائی نقشه نهائی جایکا، برنامه آینده شرکت آب و فاضلاب شهرتهران و امکان پذیر بودن پروژه، تعیین شده است.

دوره پروژه در نقشه نهائی جایکا، 12 سال تعریف شده است و به سه مرحله تقسیم شده است: مرحله کوتاه مدت اولیه بمدت سه سال، مرحله میان مدت برای چهار سال بعد و مرحله بلند مدت پایانی بمدت پنج سال. درحالیکه شرکت آب و فاضلاب شهرتهران مدت برنامه مورد نظر برای نقشه آینده را سال 2021 و 15 سال از زمان حال در نظر می گیرد، چنین تصور می شود که دوره 15 یا 20 ساله باتوجه به شرایط بحث شده در خصوص یک برنامه واقع بینانه، زمان بسیار طولانی باشد.

بنابراین دوره پروژه 12 سال پس از یک سال کسب آمادگی تنظیم شده است و سال هدف پروژه، سال 2019 درنظر گرفته شده است. همانند نقشه نهائی جایکا، مرحله کوتاه مدت سه سال- از سال 2008 تا سال 2010، و مرحله میان مدت- چهار سال از سال 2011 تا سال 2014 و مرحله بلند مدت- به مدت پنج سال از2015 تا 2019، طبق آنچه در جدول زیر نشان داده شده است، تنظیم گردیده است.

جدول S.1 دوره پیشنهادی برای پروژه

سال	2007	2010	2014	2019
دوره	آما دگی	کوتاه مد ت	میا ن مد ت	بلند مد ت	آینده
	1 سال	3 سال	4 سال	5 سال	

8-3 برآورد هزینه مقدماتی پروژه

هزینه پروژه بر اساس اطلاعات شرکت آب و فاضلاب شهر تهران، کمک از مشاورین داخلی و داده های بدست آمده بر اساس "فهرست بهای کالاها و خدمات (سازمان مدیریت برنامه ریزی)" برآورد شده است. همانگونه که قبلا گفته شد، اقلام کاری موجود در پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله شامل اقداماتی برای سیستم خط لوله، تاسیسات و تجهیزات و آبرسانی اضطراری می شود. چنین بنظر می رسد که عمده اقلام کاری مورد نیاز در پروژه، در داخل، قابل تهیه باشد در حالیکه برخی دیگر از آنها را می توان از از کشورهای خارجی وارد نمود. بنابراین، هزینه های برآورد شده به هزینه داخلی و خارجی تقسیم شده است.

هزینه ساخت، بدوا حدود 22 میلیون دلار برآورد شده است و هزینه کل پروژه، 28/5 میلیون دلار برآورد شده است که در جدول زیر نشان داده شده است. هزینه برآورد شده پروژه مطابق است با 2/5 میلیون دلار در سال که برابر با 3/5 % درآمد سالانه حاصل از فروش آب در سال گذشته می باشد.

جدول S.2 هزینه مقدماتی پروژه

	Cost Items	Short Term	Middle Term	Long Term	Total Cost
1	Construction Cost	3,628,600	6,243,900	12,395,200	22,267,700
	Pipelines				0
	Min. Occurrence	150,000	700,000	6,290,000	7,140,000
	Min. Effect	—	—	—	—
	Facility (Structure)				0
	Min. Occurrence	992,800	1,609,900	744,200	3,346,900
	Min. Effect	—	—	—	—
	Equipment				0
	Min. Occurrence	171,800	—	—	171,800
	Min. Effect	286,000	1,336,000	2,431,000	4,053,000
	Emergency Supply	2,028,000	2,598,000	2,930,000	7,556,000
2	Administration Fee (8 %)	290,288	499,512	991,616	1,781,416
3	Consultant Fee (10%)	362,860	624,390	1,239,520	2,226,770
4	Contingency (Approx.10%)	362,252	624,198	1,237,664	2,224,114
5	Preliminary Project Cost	4,644,000	7,992,000	15,864,000	28,500,000
6	Annual Project Cost	1,548,000	1,998,000	3,172,800	

اولویت اجرای هریک از اقلام کار بر اساس فوریت، اهمیت، وضعیت اجتماعی، هزینه و سود، مورد مطالعه قرار گرفته است. سوای این ملاکهای ارزشیابی، مهمترین ملاک در خصوص اجرای طرح مقاوم سازی در برابر زلزله، تحقیق برای یافتن مکان گسل ها می باشد، که بنظر می رسد قبل از آن که مقاوم سازی لوله ها در دست اجرا قرار گیرد، حدود سه تا چهار سال برای اتمام آن زمان لازم باشد. بنابراین هزینه برای برنامه کوتاه مدت کم در نظر گرفته شده است، در حالیکه هزینه برنامه بلند مدت همانگونه که در جدول بالا نشان داده شده است، بیشتر برآورد گردیده است.

باید توجه داشت که طرف ایرانی برای به تحقق پیوستن پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله که در بالا توضیح داده شد اهتمام بسیار مبذول داشته است. یک دلیل این مدعا آن است که شرکت آب و فاضلاب شهر تهران و سازمان مدیریت برنامه ریزی، استخدام مشاورین داخلی برای انجام مطالعات بیشتر و طراحی پروژه را در دست اجرا دارد، در حالیکه موسسه بین المللی مهندسی زلزله و لرزه شناسی اعلام نمود که امر تحقیق برای یافتن مکان گسلهای موجود را به عهده گرفته است.

فهرست مطالب

1S مقدمه ..... 1 - S

1-1 سابقه پیشین مطالعه ..... **1**- S

1-2 اهداف مطالعه ..... **1**- S

1-3 منطقه مورد مطالعه ..... 2- S

1-4 چهارچوب مطالعه و پیشرفت آن ..... 3- S

2 S شناسائی ..... 4- S

2-1 جمع آوری و آنالیز داده ها/ اطلاعات بدست آمده در ایران 4-S

2-2 مروری بر برآورد نیاز کنونی آب 4-S

2-3 بررسی سیستم آبرسانی موجود 4-S

2-4 مروری بر آنالیز حرکت لرزه ای زمین و مطالعات مقاوم سازی در برابر زلزله 6-S

3 S آنالیز حرکت لرزه ای 8-S

3-1 نتایج مطالعات اخیر .....8 -S

3-2 انتخاب روش آنالیز حرکت لرزه ای .....9 -S

3-3 رویه و شرایط آنالیز حرکت لرزه ای .....10 -S

3-4 حرکت شدید زمین 12-S

4 S برآورد خسارت به سیستم آبرسانی تهران .....14 -S

4-1 برآورد خسارت به سیستم خط لوله .....14 -S

4-1-1 بررسی کلی خطوط لوله .....14 -S

4-1-2 مد لسازی برای برآورد خسارت .....14 -S

4-1-3 جزئیات روش های آنالیز .....15 -S

4-1-4 داده های پایه و آنالیز مقدماتی .....16 -S

4-1-5 خسارت به لوله اصلی انتقال آب تصفیه شده .....16 -S

4-1-6 خسارت به لوله اصلی توزیع .....17 -S

4-1-7 خسارت به لوله ناحیه ای توزیع .....18 -S

4-1- 8 برآورد خسارت به انشعاب منازل 19-S

4-1-9 نظرات پایانی در خصوص خسارت خطوط لوله آب .....19 -S

4-2 برآورد خسارت به تاسیسات و تجهیزات 20-S

4-2-1 بررسی چشمی .....20 -S

4-2-2 برآورد خسارت ..... S- 23
4-3 آنالیز هیدرولیک شبکه لوله سیستم آبرسانی تهران S-26
4-3-1 ضوابط آنالیز هیدرولیکی شبکه های انتقال ..... S- 26
4-3-2 تائید آنالیز شبکه ..... S- 27
4-3-3 آنالیز هیدرولیک در زلزله ..... S- 27
S 5 تعیین هدف برای طرح مقاوم سا زی در برابر زلزله S-30
5-1 کلیات ..... S- 30
5-2 مفهوم اصلی تعیین هدف ..... S- 30
5-3 تعیین هدف برای طرح مقاوم سازی در برابر زلزله S-31
S 6 شناسایی و مطالعه در باره اقدامات مقاوم سازی در برابر زلزله S-33
6-1 شناسایی اقدامات آینده مقاوم سازی در برابر زلزله 33S
6-2 بررسی دقیق اقدامات مقاوم سازی در برابر زلزله برای سیستم خط لوله S-34
6-2-1 جنس لوله و زلزله S-34
6-2-2 تاثیرات زلزله بر روی خط لوله و گزینه هایی برای ارتقای لوله S-34
6-2-3 ارتقای لوله اصلی آب خام 36S
6-2-4 ارتقای لوله اصلی انتقال آب تصفیه شده S-37
6-2-5 ارتقای لوله اصلی توزیع S-38
6-2-6 ارتقای لوله ناحیه ای توزیع 38S
6-2-7 مجموع تاثیرات بهسازی شبکه های آب S-38
6-2-8 نتیجه گیری پایانی بخش S-39
6-3 بررسی دقیق اقدامات مقاوم سازی در برابر زلزله برای تاسیسات و تجهیزات S-40
6-3-1 اقدامات اصلی برای تاسیسات هدف 40S
6-3-2 مطالعه برروی تاسیسات و اولویت اقدامات پیشگیرانه S-41
6-4 تاسیسات و اقدامات لازم برای پایگاههای تامین آب اظطراری S-45
6-4-1 انتخاب روش های آبرسانی اظطراری S-45

6-4-2 اختصاص پایگاه های تامین آب اظطراری 46-S

S 7 ایجاد و تکمیل پیش نویس طرح اظطراری 48-S

7-1 جمعیت دچار وقفه آبرسانی و مدت زمان بازسازی .....48 -S

7-1-1 برآورد جمعیت دچار وقفه آبرسانی و مدت زمان بازسازی 48-S

7-1-2 نتایج آنالیزها 50-S

7-1-3 آنالیز تاثیر اقدامات ضد زلزله 51-S

7- 2 اقدامات پیشگیری متداول برای آبرسانی اظطراری و بازسازی 53-S

7-3 طرح آبرسانی اظطراری 55-S

7-4 طرح بازسازی اظطراری 56-S

8 تهیه طرح مقاوم سازی در برابر زلزله 58-S

8-1 انتخاب اقدامات مقاوم سازی در برابر زلزله 58-S

8-2 تعیین مدت زمان پروژه و سال هدف 62-S

8-3 برآورد هزینه مقدماتی پروژه 62-S

8-4 پیاده سازی برنامه 63-S

S 9 تحلیل اقتصادی برای ارزیابی پروژه و برنامه ریزی مالی 64S

9-1 مقاصد تحلیل اقتصادی 64-S

9-2 فواید پروژه 64-S

9-3 موارد تحلیل اقتصادی 64-S

9-4 هزینه های پروژه 65-S

9-5 نتایج تحلیل های اقتصادی 65-S

9-6 مقاصد تحلیل مالی 67-S

9-7 موارد تحلیل مالی 67-S

9-8 نتایج تحلیل مالی 67-S

9-9 توصیه هایی برای برنامه ریزی مالی 69-S

S 10 ملاحظات اجتماعی ومحیطی 70-S

S 11 ارزیابی طرح مقاوم سازی در برابر زلزله و توصیه هایی چند 71-S

11-1 ارزیابی اجتماعی – اقتصادی 71-S

11-2 ارزیابی فنی 71-S

11-3 ارزیابی مالی 72-S

11-4 ارزیابی محیطی 72-S

11-5 ارزیابی جامع 72-S

11-6 توصیه هایی چند 73-S

S 12 کمکهای فنی برای کاهش آب بحساب نیامده (NRW) 75-S

12-1 تعریف آب بحساب نیامده و دیگر واژه های فنی 75-S

12-2 اقسام اتلاف آب و اندازه گیری آنها 76-S

12-3 فعالیتهای شرکت آب وفاضلاب شهرتهران برای کاهش آب بحساب نیامده 76-S

12-4 توصیه هایی در رابطه با روش های کاهش هرچه بیشتر آب بحساب نیامده و اتلافهای دیگر 77-S

فصل 13 خدمات مشاوره ای برای روابط عمومی ..... 80- S

13-1 ارزیابی وضعیت فعلی روابط عمومی 08-S

13-2 پیشنهاداتی برای فعالیتهای بهتر روابط عمومی 08-S

13-3 پیشنهاداتی برای نمایش تاسیسات موزه آب 08-S

عناوین و کلمات اختصاری

AL	Alarm
BCR	Benefit Cost Ratio
BHRC	Building and Housing Research Center
CP/CIP	Cast Iron Pipe
CVM	Contingent Valuation Method
DMS	Integrated Distribution Management System
DOE	Department of Environment
DP/DIP	Ductile Iron Pipe
DTSC	Diagnosis Table for Seismic Capacity
EIA	Environmental Impact Assessment
EIRR	Economic Internal Rate of Return
EPHC	Environmental Protection High Council
FIRR	Financial Internal Rate of Return
GIS	Geographic Information System
GOI	Government of Iran
GOIRI	Government of Islamic Republic of Iran
GOJ	Government of Japan
GTGC	Greater Teheran Gas Company
IEE	Initial Environmental Examination
IIEES	International Institute of Earthquake Engineering & Seismology
IRI	Islamic Republic of Iran
JICA	Japan International Cooperation Agency
JST	JICA Study Team
JWRC	Japan Water Research Center
JWWA	Japan Water Works Association
Lpcd	litter per capita per day
MOE	Ministry of Energy
MPO	Management & Planning Organization, Office of the President
NPV	Net Present Value
NIGC	National Iranian Gas Company
N-NO3	nitrate nitrogen
NRW	Non Revenue Water
O&M	Operation and Maintenance

OR	Operating Ratio
PE	Polyethylene Pipe
PGA	Peak Ground Acceleration
PGD	peak Ground Displacement
PGV	Peak Ground Velocity
PML	Probable Maximum Loss
PLC	Programmable Logic Controller
Pos.	Position
PR	Public Relations
PVC	Polyvinyl Chloride Pipe
PWUT	Power and Water University of Technology
RCS	Red Crescent Society of Islamic Republic of Iran
Res.	Distribution Reservoir
RTU	Remote Terminal Unit
RTWO	Regional Tehran Water Organization
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SCF	Standard Conversion Factor
Sel.	Select
SERF	Shadow Exchange Rate Factor
SP	Steel Pipe
Sw.	Switch
SWC	Staff per Thousand Water Connections
SWR	Shadow Wage Rate
TDMO	Tehran Disaster Management Organization
the Study	the Study on Water Supply System Resistant to Earthquakes in Tehran Municipality in the Islamic Republic of Iran
TPWWC	Tehran Provincial Water and Wastewater Company
TWWC	Tehran Water and Wastewater Company
UBC	Uniformed Building Code
UFW	Unaccounted-for Water
UPS	Uninterrupted Power Supply
WHO	World Health Organization
WTP	Water Treatment Plant
WtP	Willingness to Pay

S 1 مقدمه

1-1 سابقه پیشین مطالعات

شهر تهران، پایتخت جمهوری اسلامی ایران در دامنه جنوبی رشته کوه البرز که رشته کوه مرکزی ایران می باشد قرار دارد. اختلاف ارتفاعی بالغ بر 760 متر بین پست ترین منطقه یعنی 1،040 متر در جنوب، و مرتفع ترین منطقه یعنی 1،800 متر در شمال، وجود دارد. اختلاف فصلی دما زیاد است و بارندگی سالانه زیر 300 میلی متر می باشد. شهر در منطقه نیمه خشک قرار دارد.

رشد جمعیت شهر به طور تخمینی در طی ده سال اخیر یعنی از سال 1996 که آخرین سرشماری صورت گرفته، ثابت بوده است، و تخمین زده می شود که جمعیت در سال 2005، 7،230،046 نفر باشد. معهذا با برداشت منطقی از وضعیت خانه سازی در بخش شمالی شهر، ازدیاد جمعیت را در سالهای اخیر می توان بیشتر دانست.

مناطقی که تهران را در بر می گیرند به زلزله خیز بودن مشهورند. هرچند در مورد زلزله های اخیر در این شهر مطالعاتی صورت گرفته، با این حال مدیریت بحران در زمینه زلزله و ازنظر آبرسانی به خوبی مقرر نگردیده است.

بنابراین، این نگرانی وجود دارد که یک زلزله بزرگ سبب از کار افتادن تلمبه های آبگیر، خرابی لوله های بتونی، قطع آبرسانی، و غیره در شهر گردد. به علاوه بازسازی تاسیسات آبرسانی موجود که در سال 1952 تاسیس شده است الزامی است چرا که از زمان تاسیس آنها مدت زمان مدیدی می گذرد.

در پاسخ به درخواست دولت جمهوری اسلامی ایران (GOIRI) ، دولت ژاپن(GOJ) تصمیم گرفت مطالعاتی در

زمینه مقاوم سازی سیستم آبرسانی در برابر زلزله در حوزه شهرداری تهران درجمهوری اسلامی ایران مطابق با قوانین و مقررات مقرر در کشور ژاپن انجام دهد.

نتیجتا، آژانس همکاریهای بین المللی ژاپن (جایکا)، آژانس رسمی مسئول برای اجرای برنامه همکاریهای فنی دولت ژاپن، مامور شد تا با همکاری نزدیک با مسئولین جمهوری اسلامی ایران انجام این مطالعه را به عهده گیرد.

حوزه فعالیت و صورت جلسه مذاکرات مربوط به مطالعه در تاریخ 24 نوامبر 2004 میلادی بین جایکا و شرکت آب و فاضلاب استان تهران وابسته به وزارت نیرو به موافقت طرفین رسید. بنا به حوزه فعالیت، جایکا پروژه مشترک بین شرکت مشاورین نیهون سوئی دو (با مسئولیت محدود) با همکاری شرکت مهندسین مشاور توکیو (با مسئولیت محدود) را برگزید تا مطالعه مزبور را عهده دار شده، در فوریه 2005 گروه مطالعاتی جایکا را تشکیل دهند.

1-2 اهداف مطالعه

اهداف مطالعه به قرار زیر است:

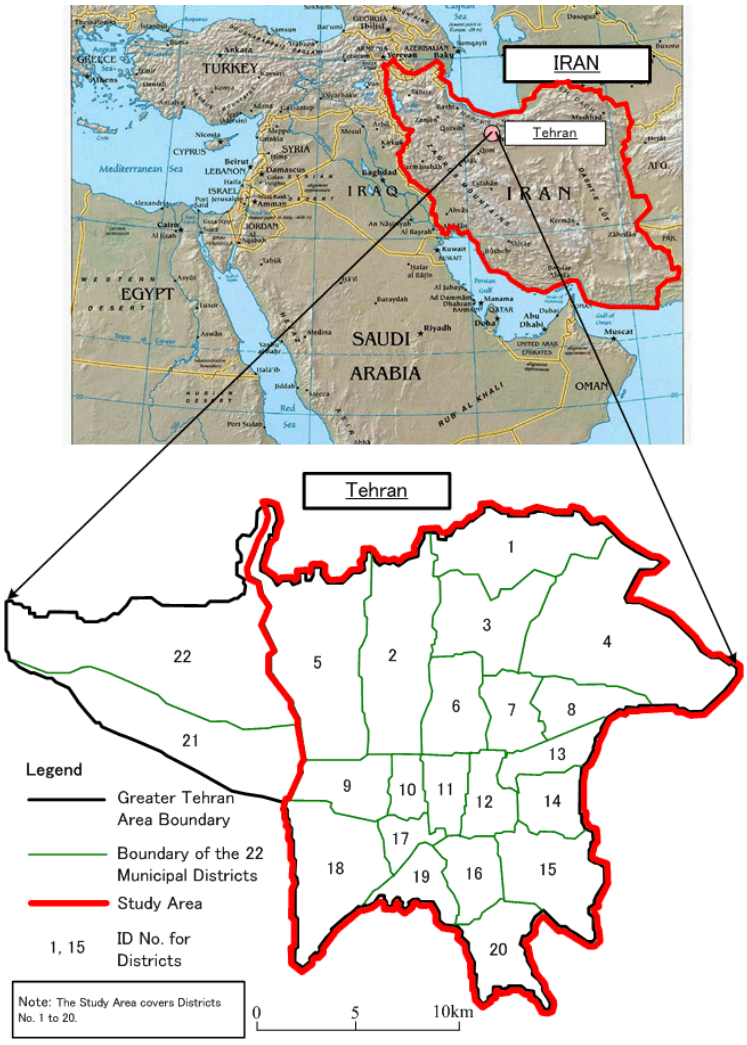
به منظور شفاف نمودن اقدامات پیشگیرانه ای که در برابر زلزله اتخاذ می شود و معلوم نمودن اولویت آنها از

طریق تهیه طرح مقاوم سازی در برابر زلزله برای شرکت آب و فاضلاب استان تهران به منظور ایجاد سیستم های آبرسانی که در برابر زلزله مقاوم بوده و حتی اگر در صورت بروز زلزله دچار آسیب شوند در مدت زمان کوتاهی قابل بازسازی باشند.

به منظور انتقال تکنولوژی به پرسنل متقابل در طول مطالعه، خصوصا با توجه به متدولوژی های خاص برای ایجاد طرح بهسازی سیستم آبرسانی.

1-3 منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه مناطق شماره 1 تا 20 را همانگونه که در شکل 1-1-1 دیده می شود در بر می گیرد.



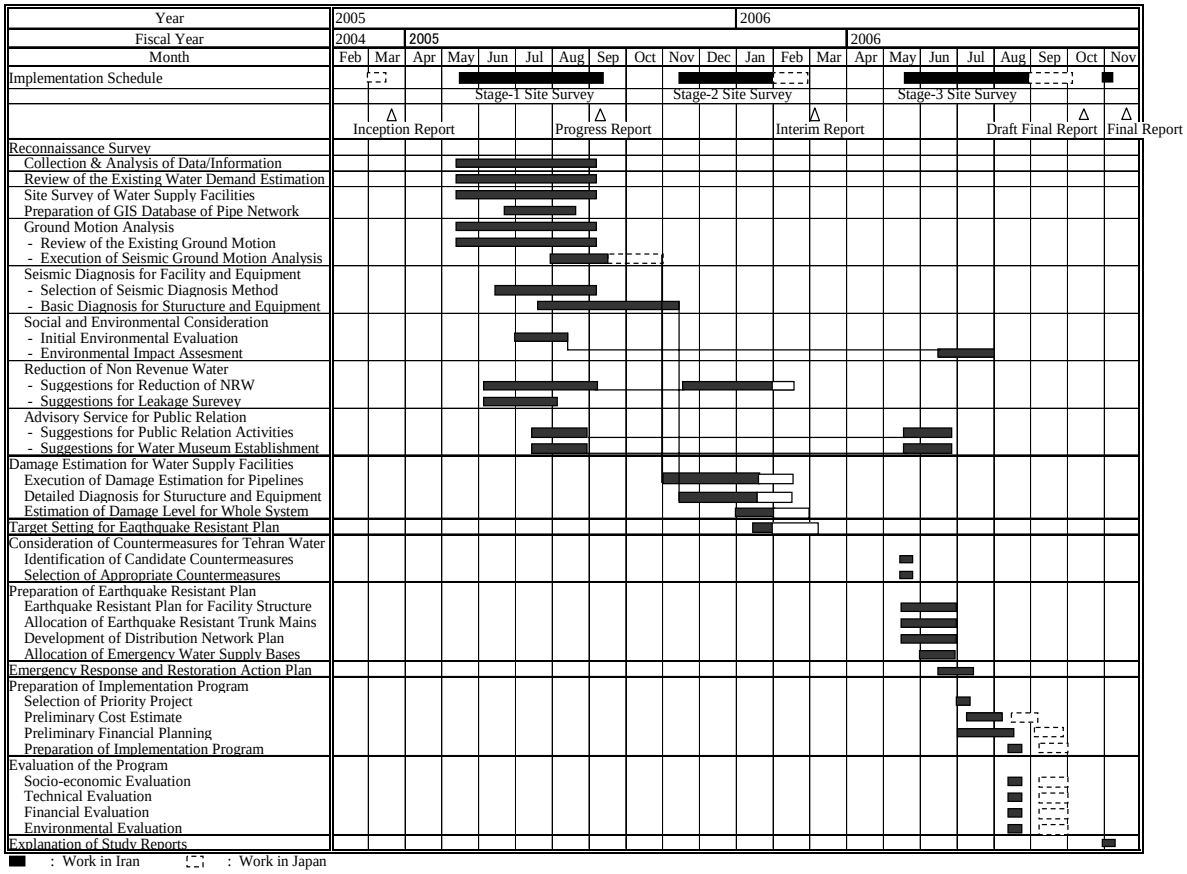
شکل 1-1-1منطقه مورد مطا لعه

1-4 چهارچوب مطالعه و پیشرفت آن

روند پیاده سازی مطالعه در خصوص مقاوم سازی سیستم آبرسانی تهران در برابر زلزله در حوزه شهرداری تهران در شکل 2-1-1 نشان داده شده است. همانگونه که در شکل نشان داده شده است، مطالعه شامل سه مرحله بررسی محل می باشد. در مرحله اول از بررسی محلی، گروه مطالعه به بررسی به جهت شناسایی پرداخت و مبادرت به تهیه گزارش پیشرفت نمود.

مقصد اصلی از مرحله دوم بررسی محلی، تعیین هدف برای طرح مقاوم سازی در برابر زلزله برای سیستم آبرسانی تهران بود. برآورد خسارت در خطوط لوله آب و تشخیص تفصیلی برای سازه ها و تجهیزات تاسیسات، بر اساس آنالیز حرکت لرزه ای زمین و مبتنی بر تشخیص اولیه مربوط به تاسیسات، انجام شد. هدف طرح مقاوم سازی در برابر زلزله، بر اساس نتایج برآورد خسارات و تشخیص تفصیلی به علاوه یافته های موجود از فعالیتهای گذشته انجام شده توسط سازمان های مرتبط، تعیین شده است.

طرح ایمنی در برابر زلزله در مرحله سوم بررسی محل، تهیه شد. این طرح شامل اقدامات گوناگون ضروری قبل و بعد از وقوع زلزله می باشد. برآورد مقدماتی هزینه پروژه، برنامه پیاده سازی، و برنامه مالی آن نیز محاسبه شد. پروژه از جنبه های متنوعی ارزیابی شد. سپس، گروه، پیش نویس گزارش میانی را تهیه نمود.



شکل2 -1-1 روند اجرای مطا لعه در تما می مراحل

S 2 شناسایی

2-1 جمع آوری و آنالیز داده ها/اطلاعات به دست آمده در ایران

گزارشات و کتابهای مربوط به موضوع مطالعه در تهران به علاوه گزارشات و کتابهای گرد آوری شده توسط گروه آمادگی مطالعات جایکا همگی جمع آوری شدند. گروه مطالعه، داده ها و اطلاعات مختلفی را از طریق بررسی محل و مصاحبه با افراد مربوطه در دفاترشان جمع آوری نمود.

2-2 بازنگری در برآورد نیاز موجود برای آب

همان گونه که در شکل 1-1-1 نشان داده شده است ناحیه تحت پوشش سیستم آبرسانی درتهران شامل منطقه 1 تا منطقه 20 از میان 22 منطقه موجود در شهر تهران می شود. ناحیه تحت پوشش سیستم در حال حاضر 533 کیلومتر مربع می باشد. جمعیت تحت پوشش سیستم آبرسانی در گذشته و مصرف آب در جدول 1-1-2 فهرست شده است. در نتیجه تلاش بسیار شرکت آب و فاضلاب شهر تهران، میزان آب بحساب نیامده به نحو فاحشی از 44/46% در سال 1995 به 23/67 در سال 2004 کاهش یافته است.

جدول 1-1-2جمعیت و مصرف

Service Index	Values
Served Population	7,019,600
Day Maximum Supply	3,173,495m3/d
Per Capita Supply	360 lpcd
Per Capita Consumption	274 lpcd
NRW Ratio	23.67 %

Note: Values in 2004

در خصوص نیاز به آب در آینده، سه نوع مقدار گزارش شده است که از جمله شامل مقداری است که در گزارش آمادگی جایکا اعلام شده و مطابق با آنچه در جدول 2-1-2 آمده، می باشد. نیاز به آب در سال 2021 از 2/99 میلیون متر مکعب در روز تا 3/38 میلیون متر مکعب در روز متغیر خواهد بود. حد پائین مصرف ارائه شده در گزارشات، حاصل برآورد جمعیت آینده است که توسط اداره آمار ایران ارائه شده است بعلاوه نیاز سرانه آینده که توسط شرکت آب و فاضلاب در حد 300 لیتر در روز برای هر نفر تعیین نموده است. چون شرکت آب و فاضلاب مصمم است که فعالیتهای صرفه جوئی در آب را تقویت نماید تا میزان آب بحساب نیامده را کاهش دهد، حداقل نیاز به آب از نظر کمی، نسبت به سال 2004پائین تر خواهد بود.

جدول2-1- 2 نیاز آبی آینده (سال 2021)

	Population	Day Max. Supply	Remarks
1	9,250,000	3,270,000 m3/d	Local Consultants
2	10,720,000	3,380,000 m3/d	JICA Preparatory Team
3	8,292,000	2,990,000 m3/d	Low Side Forecast

2-3 بررسی سیستم آبرسانی موجود

اولین سیستم مدرن آبرسانی در شهر تهران شامل تصفیه خانه شماره 1، آبگیر بیلقان و لوله های اصلی انتقال آب خامی می شود که آنها را بهم مرتبط می کنند، که همگی در سال 1955 تاسیس شده اند. سیستم آبرسانی تهران همگام با ازدیاد جمعیت شهر تکامل یافته است. سیستم آبرسانی فعلی از جمله مخازن توزیع و خطوط لوله توزیع در جداول 1-3-2 تا 4-3-2 فهرست شده اند.

جدول 1-3-2 فهرست سدهای موجود در سیستم آبرسانی تهران

Name of Dam	Year of Completion	Type of Dam	Effective Capacity	Transmission destination
Karaj Dam	1961	Double Curvature concrete arch	195 M m3	Water Treatment Plants No. 1 and No.2
Latiyan Dam	1967	Concrete Buttress	85 M m3	Water Treatment Plants No. 3 and 4
Lar Dam	1980	Earthfill with Clay Core	860 M m3	Water Treatment Plant No. 5
Taleghan Dam	2005	Earthfill with Clay Core	329 M m3	Water Treatment Plants No.1 & 2 (Emergency Use)
Mamloo Dam	Under consturuction	Earthfill with Clay Core	250 M m3	Water Treatment Plant No.7 (Planned)

جدول 2-3-2 شمائی از تصفیه خانه های موجود

No. of Plant	1	2	3	4	5	Total
Name of Plant	Jalaliyeh	Kan	Tehranpars		Panjom	
Year in Operation	1955	1963&1970	1968	1984	2003	
Maximum Capacity	3.0	9.0	4.5	4.5	9.0	30.0
Nominal Capacity	2.7	8.0	4.0	4.0	7.5	26.2
Elevation NCC	1257m	1343m	1515m		1686m	

Note: Unit of the capacity is m^3/sec.

جدول 3-3-2 جدول خلاصه مخازن توزیع

Reservoir and Similar Tank			Distribution Reservoir	Reservoir/ Contact Tank	Contact Tank	Elevated Tank	Clear Water Tank	Break Pressure Tank	Booster Station	Total
Existing	Number	in use	56	2	6		5	1	4	74
		not used	5			3		1		9
	Capacity	in use	1,858,300	40,000	98,700	950	141,000	2,400	—	2,141,350
		not used	111,800			3,000		2,500		117,300
Future	Number	Planned	17			1				18
		d	1							1
	Capacity	Planned	193,000			500				193,500
		d	—							0
Retention Time (hr) of Existing Reservoirs & Tanks										
Average Supply in 2004			17.7							20.4
Maximum Supply in 2004			14.1							16.2

جدول 4-3-2 جمع کل خطوط لوله آب تهران

Pipeline Category	Length (m)
Transmission Main	399,346
Distribution Trunk Main	768,179
Distribution Sub Main	6,385,927
Total Length (m)	7,553,452

2-4 مروری بر آنالیز حرکت لرزه ای زمین و مطالعات مقاوم سازی در برابر زلزله

(1) مطالعات اخیر

در طی سالها، مطالعات متعددی در زمینه مقاوم سازی در برابر زلزله و آمادگی زیرساخت ها و شریان های حیاتی در حوزه شهرداری تهران به قرار ذیل انجام شده است. عناوین اختصاری برای مطالعات مزبور به شرح موجود در جدول زیر، در این بخش استفاده خواهد شد.

جدول 1-4-2 مطالعات اخیر و عناوین اختصاری آنها

No	Title of the Report	Abbreviation
1	The Study on Seismic Microzonation of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran	Seismic Microzonation Study
2	A Study on Seismic Risk, Impact by Service Interruption and Earthquake Preparedness on Tehran Water Supply System	TAKADA's Study
3	Comprehensive Master Plan Study on Urban Seismic Disaster Prevention and Management for the Greater Tehran area in the Islamic Republic of Iran	JICA Master Plan Study
4	Research Project for Strengthening and Control of Tehran Gas Network Against Earthquake	Gas Research Project
5	A Study on Strengthening of Water Supply System of Tehran	Pars Consult Study

(2) رئوس مطالب مطالعات اخیر

رئوس مطالب مطالعات اخیر، در جدول زیر خلاصه شده است.

جدول 2-4-2 رئوس مطالب مطالعات اخیر

No	Title of Report	Client/ Author	Published	Outline of the Study
1	Seismic Microzonation Study	JICA TDMO	November, 2000	The study was carried out to compile seismic microzonation maps which can serve as a basis for the preparation of a regional and urban seismic disaster prevention plan of the Greater Tehran Area. This study was based on the results of earthquake ground motion analysis and damage estimation for infrastructure and lifeline systems including water supply facilities.
2	TAKADA's Study	TPWWC Takada S., et al.	March, 2000	The study was carried out for the water supply system in Tehran a) to evaluate earthquake ground motion, vulnerability of the water supply facilities and effects of water supply shut down, and b) to discuss strategies for rehabilitation and reconstruction of the water supply facilities based on the damage estimation through seismic ground motion analysis of the water transmission and distribution network.
3	Gas Research Project	NIGC & GTGC	March, 2004	The research project was carried out to assess the earthquake-proofing performance of the gas network systems in Tehran and to propose earthquake prevention measures, because gas supply system is exposed to such danger potentialities as gas emission, explosion, fire, in case the gas supply system suffers immediate and serious damage in an earthquake.
4	JICA Master Plan Study	JICA TDMO	March, 2005	The study was to formulate the comprehensive master plan for urban seismic disaster prevention in the Greater Tehran Area against heavy earthquake based upon the results of the microzonation study mentioned in the above item (1).
5	Pars Consult Study	TPWWC	October, 2004	The study was performed to review, evaluate, and assess the followings for the water supply system in Tehran a) to review the existing study of geology and seismology, b) to evaluate earthquake ground motion, c) to assess the vulnerability of the water supply facilities during earthquake, and d) to discuss seismic disaster management as for the water supply system

S 3 آنالیز حرکت لرزه ای

3-1 نتایج مطالعات اخیر

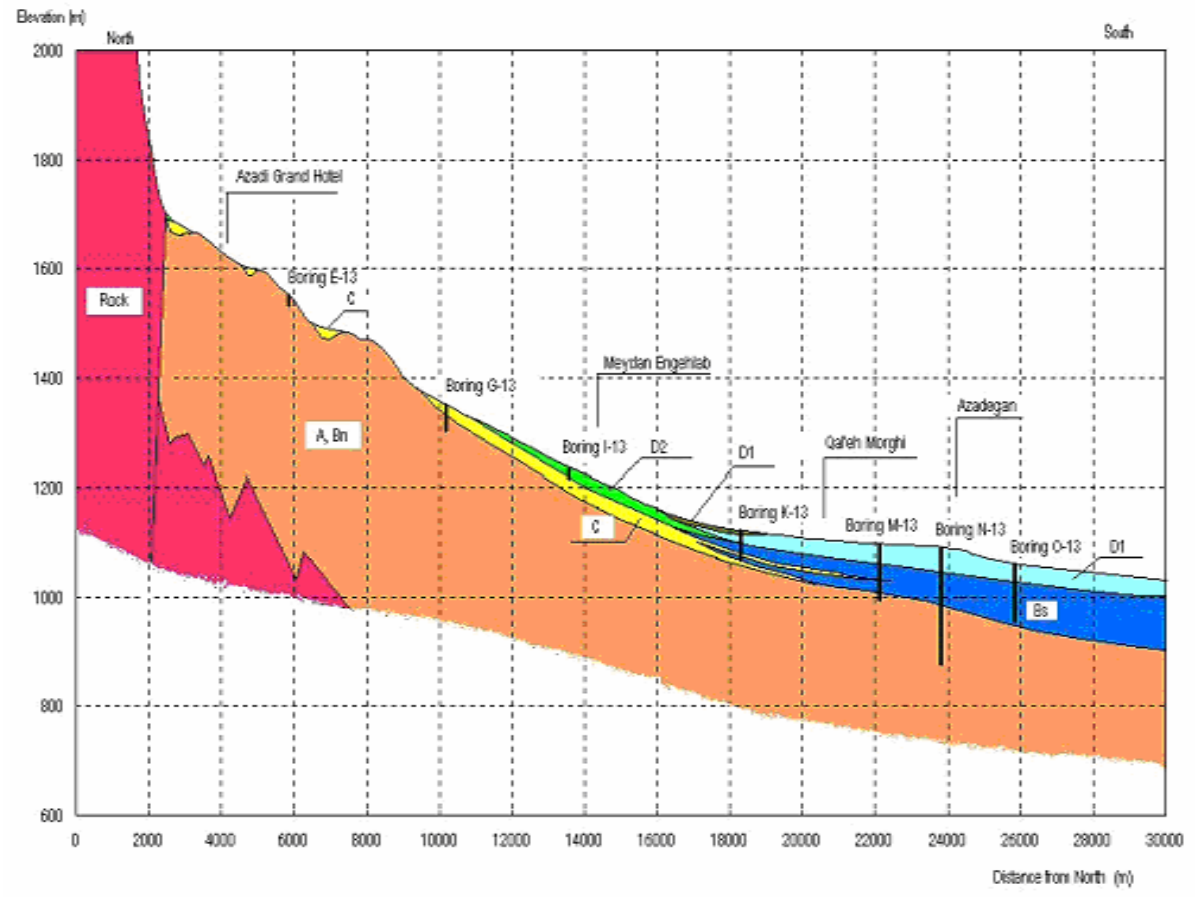
در میان مطالعات بسیاری که در زمینه آنالیز حرکت لرزه ای صورت گرفته است، دو مطالعه زیر از موارد شاخص این گونه مطالعات شناخته می شوند.

الف) جایکا، " مطالعه در زمینه ریزپهنه بندی ناحیه تهران بزرگ در جمهوری اسلامی ایران"، مارس 2000،

ب) NIGC و GTGC ، "پروژه تحقیقاتی در زمینه تقویت و کنترل شبکه گاز تهران در برابر زلزله"، مارس 2004.

نتایج این مطالعات دربرگیرنده شرایط موجود طبیعی و اجتماعی از جمله توپوگرافی، زمین شناسی، جنبه لرزه ای-تکتونیک، جمعیت، ساختمان ها، تاسیسات شهری و شریان های حیاتی می شود. این نتایج به نحو وسیعی در مطالعات جایکا مورد استفاده قرار گرفته اند.

(1) مقطع عرضی کلی از بحث زمین شناسی در منطقه مورد مطالعه



شکل 3-1-1 مقطع عرضی کلی منطقه مورد مطالعه از نظر زمین شناسی

(2) وضعیت لرزشی- تکتونیک در مجاورت ناحیه مورد مطالعه

به دنبال مطالعه ریزپهنه بندی جایکا که در زیر آمده است و نتایج تحقیقات گاز، خصوصیات گسل ها مطرح شد و همانطور که در زیر مشاهده می شود گسلهای سناریونیز بر اساس نتایج آنها انتخاب شدند. موقعیت گسل ها دراطراف شهر تهران در شکل 3-1-2 نشان داده شده اند.

1) گسل شمال تهران

این گسل 90 کیلومتر طول دارد و در شمال تهران قرار دارد. دارای امتداد شرق-غرب به سمت شرق شمال شرق – غرب جنوب غرب می باشد و دارای مکانیزم رانشی می باشد. تصورمی شود که شاخه ای از گسل رانشی مشاء باشد. می توان چنین درنظر گرفت که شیب گسل شمال تهران ملایم تر از 75 درجه است، چرا که این گسل شاخه ای از گسل مشاء می باشد.

2) گسل شمال ری (NRF)

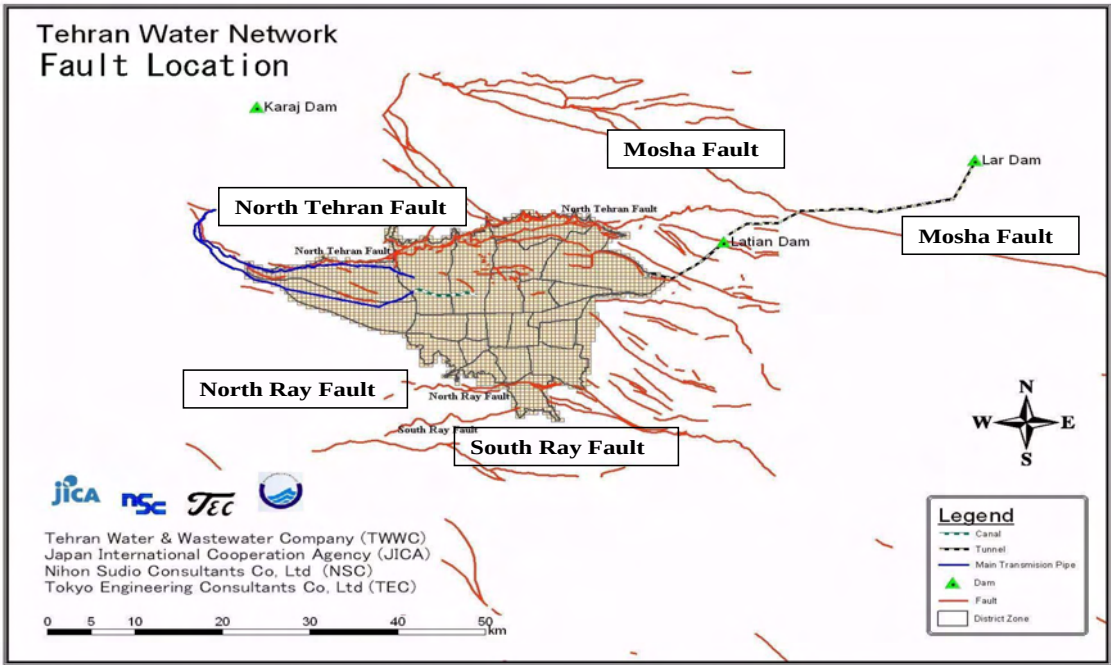
گسل شمال ری متشکل از آبرفتهای زلزله خیز کواترنری می باشد که به صورت یک دیواره فرسایش یافته در محله عظیم آباد به چشم می خورد (حاشیه جنوبی بزرگراه بهشت زهرا) با ارتفاع 2متر، امتداد شرق-غرب و طول 17 کیلومتر.

3) گسل جنوب ری (SRF)

گسل جنوب ری متشکل از آبرفتهای فعال کواترنری می باشد که مانند دیواره فرسایش یافته کوتاهی (1تا 2 مترارتفاع) در جنوب تپه قدیمی (تپه غار) واقع در قلعه نو (جنوب غربی شهر ری) با امتداد به سمت جنوب غربی، به چشم می خورد. این آبرفتهای کواترنری دارای امتداد شرق شمال شرق – غرب جنوب غرب و شیب شمال شمال غرب می باشد و دارای مکانیزم رانشی است.

4) گسل مشاء

این یک گسل لرزه خیز به طول بیش از 200 کیلومتر می باشد. در راستای مسیر خود، منطقه مرتفع البرز به طرف چین خوردگیهای مرزی البرز، از شمال به جنوب رانده شده است. این گسل دارای امتداد شرق جنوب شرق – غرب شمال غرب، و شکل سینوسی بر روی نقشه است و در بخش شرقی امتداد شرق-غرب بخود میگیرد. زاویه شیب آن حدود 75 درجه به سمت شمال می باشد.



شکل 2-1-3 موقعیت گسل در اطراف شهر تهران

3-2 انتخاب روش آنالیز حرکت لرزه ای

(1) ضابطه انتخاب روش آنالیز حرکت لرزه ای

برای انتخاب مناسب ترین روش آنالیز حرکت لرزه ای برای مطالعه و با در نظر گرفتن این مطا لب که از نتایج گذشته بیشترین استفاده به عمل آید، بازنگری و ارتقای نتایج مطالعه نسبتا آسان باشد و بعلاوه همکاری فنی مناسب و انتقال دانش فنی صورت گیرد، ضوابط زیر مد نظر قرار گرفته اند.

الف- استفاده مناسب و موثر از یک روش قابل بکار گیری در آنالیز های موجود حرکت زلزله در خصوص تاسیسات شریان های حیاتی.

ب- یک روش پایدار برای بازنگری و ارتقای پایگاه داده با زمینه مشترک در بین مطالعات دیگر که در زمینه تاسیسات شریان های حیاتی هستند خصوصا در زمینه تاسیسات آبرسانی،

ج- روش مناسب برای برآورد خسارت در تاسیسات شریان های حیاتی مثل شبکه خط لوله آب، شبکه خط لوله گاز،

د- روش مناسب برای طرف متقابل- شرکت آب و فاضلاب استان تهران، درزمنیه همکاری فنی و انتقال دانش فنی.

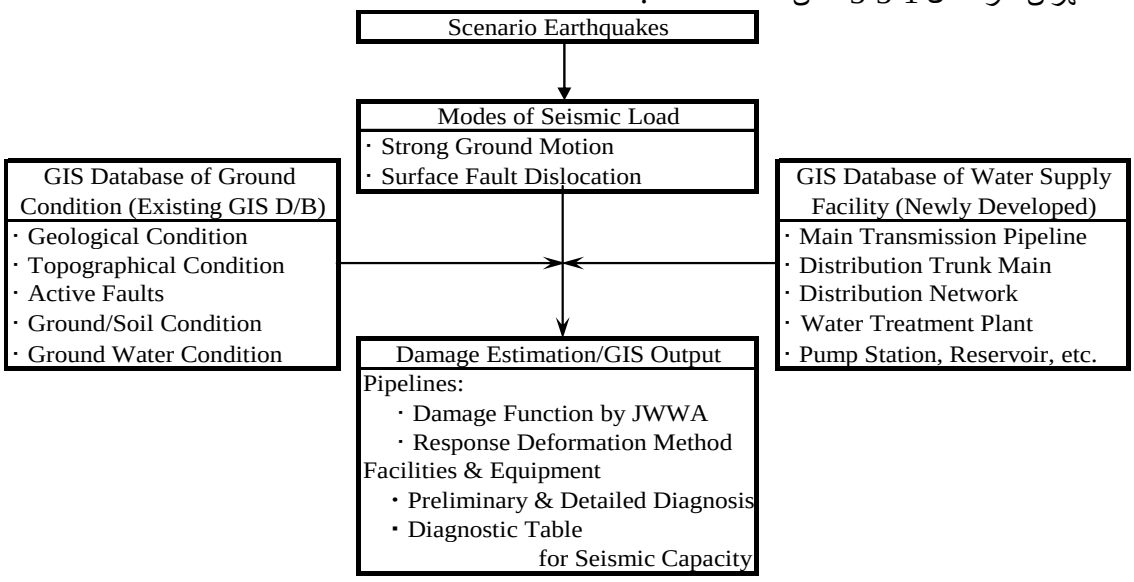
(2) روش انتخاب شده

روش آنالیز حرکت لرزه ای که در "پروژه تحقیقاتی گاز" بکار رفته بود انتخاب شد چرا که با درنظر گرفتن جنبه های فوق، مناسب ترین روش به نظر می رسد.

3-3 رویه و شرایط آنالیز حرکت لرزه ای

(1) رویه آنالیز حرکت لرزه ای و برآورد خسارت

یک رویه برای آنالیز حرکت لرزه ای و برآورد خسارت در سیستم آبرسانی شرکت آب و فاضلاب شهر تهران در شکل 1-3-3 نشان داده شده است.



شکل 1-3-3 نمودار جریان آنالیز حرکت لرزه ای و برآورد خسارت

(2) شرایط آنالیز حرکت لرزه ای

1) نیروی لرزه ای

در خصوص نیروی بیرونی ناشی از زلزله های مربوط به 4 گسل عمده، 3 نوع نیروی بیرونی زلزله که در پائین آمده است با توجه به شرایط زمین شناسی، توپوگرافی و زمین/خاک انتخاب شدند. اینها بعنوان

اطلاعات ورودی در آنالیز واکنش لرزه ای در تاسیسات آب رسانی استفاده شده اند.

1- حرکت شدید زمین

2- جابجائی سطحی گسل

3- جابجائی زمین ناشی از روانگرائی

زلزله تاریخی چیزی است ک از تحلیل آماری اطلاعات ورودی مربوط به سوابق زلزله ها بدست آمده است. مقیاس و دوره بازگشت زلزله ای که انتظار می رود واقع شود از طریق تحلیل های آماری مبتنی بر رویه پواسون برآورد شده است. از گسلهای پرچین و کهریزک برای تحلیل آماری حرکت زمین درست همانند مورد پروژه تحقیقاتی گاز استفاده شده است.

در پروژه تحقیقاتی گاز نشان داده شده است که پتانسیل روانگرائی در بخش جنوبی تهران کم است. بنابراین، نتیجه برای ارزیابیهای بعدی استفاده نخواهد شد. در خصوص لغزش زمین، براساس شناسائی محل بنظر می رسد که در ناحیه ای که تاسیسات آبرسانی قرار دارد هیچ زمین لغزه ای اتفاق نیفتد. بنابراین، به زمین لغزه نیز در ارزیابیهای بعدی اشاره ای نشده است.

2) داده های ژئوتکنیکی و سطح آب زیرزمینی

در این سری از مطالعات جایکا، مدلی از زمین که در پروژه گاز از آن استفاده شده است و داده های مربوط به سطح آب زیرزمینی موجود در مطالعات ریزپهنه بندی جایکا مورد استفاده قرار گرفته اند.

3) پارامتر گسل

پارامترهای گسل که در مطالعات جایکا مورد استفاده قرار گرفته اند در جدول 1-3-3 نشان داده شده اند.

جدول 1-3-3 پارامترهای گسل که در مطالعات جایکا مورد استفاده قرار گرفته اند

Fault / Parameter	Mosha		North Tehran		North Ray	South Ray	Parchin	Kahrizak
Length (km)	20	80	40	28	17	17	73	50
Width (km)	20	20	22	22	9	9	28	20
Moment magnitude (Mw)	7.1	7.3	7.2	7.2	6.5	6.6	7.2	6.9
Small moment magnitude (Mw)	5.3	5.3	5.3	5.3	5	5	5.3	5.2
Dislocation (m)	1.25	1.58	1.41	1.58	0.63	0.7	1.41	0.99
Rise time τ(sec)	1.25	1.58	2.16	2.16	1.21	1.85	6.76	4.63
Shear wave velocity (km/sec)	3.5	3.5	3.5	3.5	3	3	3.5	3.5
Mass density (tf/m3)	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
Strike angle (degree) (clockwise from north at western edge)	282	298	270	260	266	257	250	260
Slip angle (degree)	90	90	90	90	90	90	90	90
Dip angle (degree)	75	75	75	75	75	75	75	75
Number of synthesis	8	10	8	8	5	6	9	7
Depth of upper edge (km)	5	5	5	5	5	5	5	5

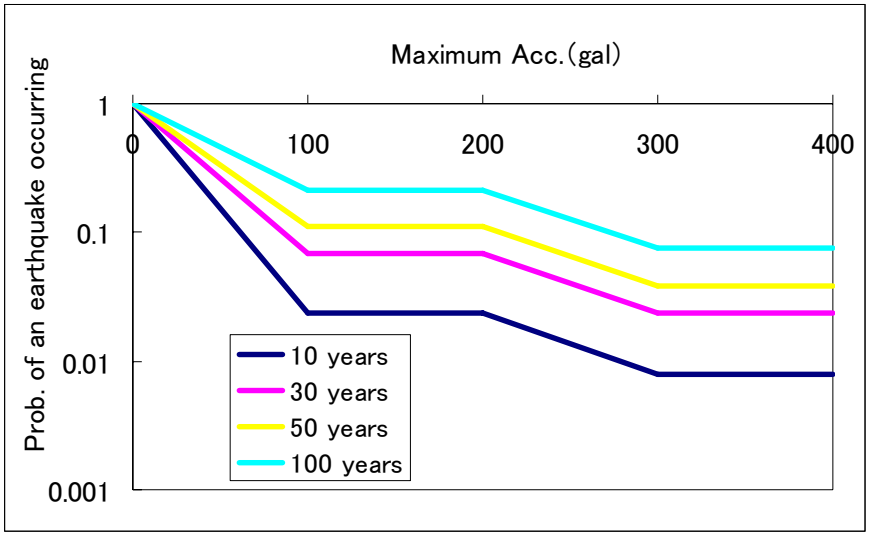
3-4 حرکت شدید زمین

(1) زلزله تاریخی

1) روش آنالیز

در این روش، ابتدا رویداد احتمالی زلزله ای به بزرگی M در فاصله R محاسبه شده و خطر لرزه ای بر اساس مساحت و خط مبداء با متغیر تصادفی و رویه پواسون بدست می آید. سپس، یک تاریخ زمان حرکت زمین برای گسلهای داده شده شبیه سازی شد. وبعد، طیف پاسخ سرعت زلزله معلوم شده و بر اساس آن نمونه ای از تاریخ زمان برای حرکت آماری زمین بدست آمد.

2) حرکت آماری زمین



شکل 1-4-3 احتمال وقوع زلزله در هر دوره بازگشت

(2) زلزله سناریو

1) روش آنالیز

(الف) روش تولید حرکتهای مصنوعی زمین

روش شبیه سازی آماری بور (روش آماری تابع گرین) برای تولید موج در رابطه با لرزه های کوچک مورد استفاده قرار گرفت. برنامه کامپیوتری که توسط پروفسور تاکادا و همکارانش نوشته شده بود برای محاسبه حرکت سنگ بستر بکار رفت.

(ب) روش حرکتهای سطحی زمین

برنامه SHAKE برای محاسبه شتاب، سرعت و جابجائی در حرکت سطحی زمین و میزان تشدید پس از حرکت سنگ بستر محاسبه شد.

(ج) روش جابجائی گسل

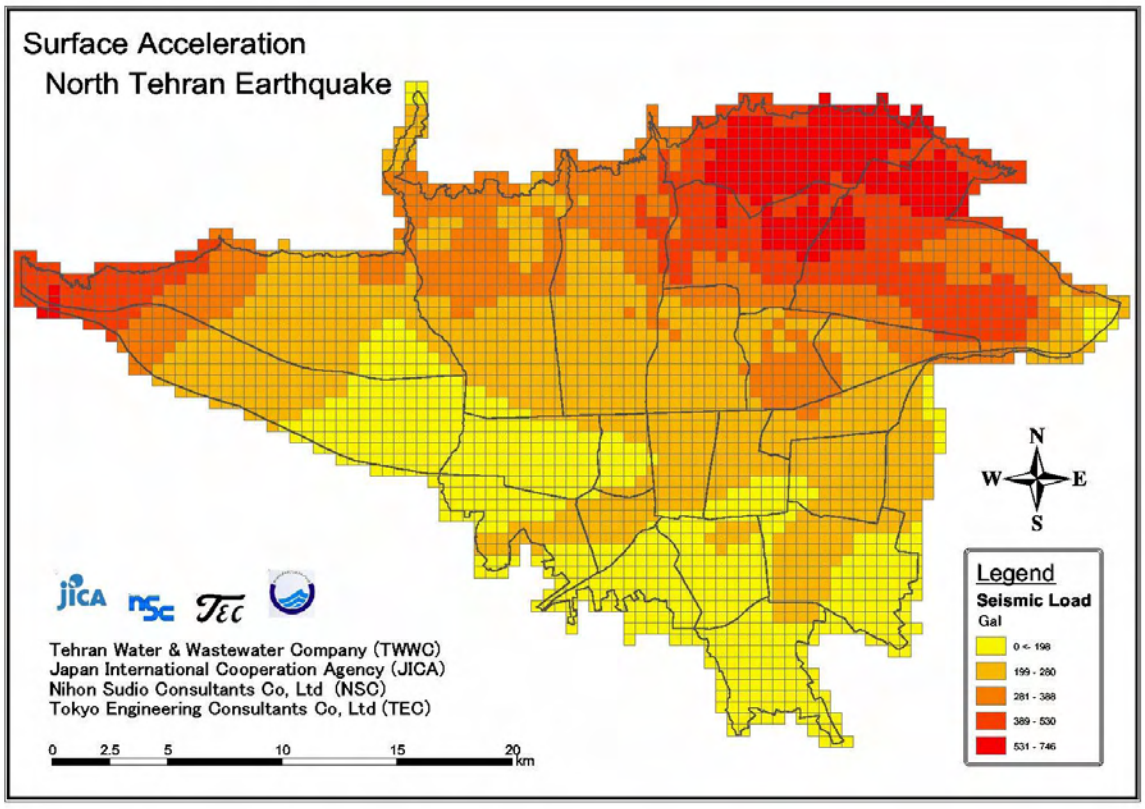
معادلات اکادا (1983) مبتنی بر "تئوری جابجائی الاستیک" استکتی (1958) برای آنالیز جابجائیهای زمین ناشی از زلزله بکار گرفته شد.

2) نتیجه آنالیز

نتایج آنالیز ها شامل اوج شتاب سطح، اوج سرعت سطح، اوج جابجائی سطح و جدائی سطحی گسل در جدول 3-2 فهرست شده است. اوج شتاب سطح در شکل 2-4-3 برای زلزله شمال تهران به عنوان مثال نشان داده شده است.

جدول 1-4-3 نتایج آنالیز حرکت زمین

Analysis Items	Unit	North Tehran	South Ray	North Ray	Mosha	Historical
Max PGV	Cm/sec²	746	286	343	262	221
Max PGA	Cm/sec	76.0	56.5	52.3	17.7	19.8
Max PGD	cm	4.8	5.0	5.8	0.8	
Max Horizontal Dislocation	cm	48.8	6.7	5.8	13.0	
Max Vertical Dislocation	cm	75.9	12.0	14.1	6.2	



شکل 2-4-3 شتاب سطح – زلزله شمال تهران -

S4 برآورد خسارت در سیستم آبرسانی تهران

4-1 برآورد خسارت در سیستم خط لوله

4-1-1 بررسی کلی خطوط لوله

طول خط لوله در تهران متجاوز از 7500 کیلومتر بنا به طبقه بندی زیر می باشد.

- لوله اصلی انتقال آب خام
- لوله اصلی انتقال آب تصفیه شده با طول تقریبی 300 کیلومتر
- لوله اصلی توزیع با طول تقریبی 750 کیلومتر
- لوله ناحیه ای توزیع با طول تقریبی 6500 کیلومتر

اتصالات، از نوع مکانیکی هستند حتی در لوله های فولادی. بنابراین به نظر می رسد خسارات در محل اتصالات متمرکز باشند و عمده ترین نوع اختلال در اتصالات، بیرون آمدن لوله از لوله مجاور خود می باشد. شرایط خط لوله مدفون به دو گروه نواحی عمومی و مکان های مخصوص تقسیم بندی شده اند، که دومی مربوط می شود به نقاطی مثل عبور گسل یا اتصال به سازه های بزرگ ساختمان های بتونی و دیگر موارد. سازه شاخص در میان سا زه های بزرگ، مخزن توزیع می باشد. سه نوع مدل خسارت برای تحلیل ایمنی خطوط لوله در تهران در نظر گرفته شده است. اولی خسارت ناشی از حرکت شدید زمین است. دومی جدائی گسل هایی که سبب برش لوله می شوند در زمانی که گسل به صورت جانبی حرکت می کند. سومی بیرون آمدن اتصالات لوله در جائی است که لوله به سازه های بزرگ متصل است.

4-1-2 مدلسازی برای برآورد خسارت

شبکه آب تشکیل شده است از بندها و گره ها. ایمنی بندها به عنوان شاخص تاثیر مطرح می باشند.

(1) خسارت به خط لوله ناشی از حرکت شدید زمین

دو روش اصلی برای محاسبه میزان خسارت به خط لوله مدفون به کار می رود. اول روش تحلیلی با استفاده از روش واکنش جابجائی است و دیگری مبتنی بر داده های آماری می باشد، یعنی داده هایی که از تجربه های گذشته بدست آمده است. روش واکنش جابجائی برای لوله های مدفون خصوصا لوله های با قطرهای بزرگ بکار می رود. این روش مبتنی بر تنش تولید شده زمین است. این تنش به تنه لوله منتقل می شود و تنشها در محل اتصالاتشان متمرکز می شوند که منجر به بیرون آمدن اتصال ها می شوند. این روش، رویه مهندسی محسوب می شود. برای دانستن خسارت کلی، روش آماری روش آسان تری است. بعلاوه برای محاسبه داده های مربوط به خسارت ، متکی به عواملی همچون سرعت زمین یا شتاب زمین می باشد که می توان نسبتا به آسانی از داده های مربوط به زلزله بدست آورد. با توجه به موانعی که برسرراه استفاده از این روش وجود دارد، در این زمینه نه به اندازه کافی داده وجود دارد که وضعیت صحیح خسارت را بدست آورد و نه علت اصلی. روشهای تحلیلی در خصوص خطوط اصلی مثل خطوط انتقال به کار گرفته می شوند و روش آماری برای لوله های دارای قطر کوچک مثل لوله های ناحیه ای توزیع بکار می روند.

(2) آنالیز نقاط عبور گسل

گسل های ثانوی بسیاری وجود دارند، که از خطوط لوله موجود در شهر عبور می کنند. در حالیکه این گسلهای ثانویه همیشه در نتیجه حرکت گسل های فعال حرکت نمی کنند، ممکن است برخی افستها (پس نشینی)، اتفاق بیفتند. در چنین شرایطی لوله ها دچار تغییر شکل زیاد می شوند که ممکن است سبب جدا شدن اتصال گردد. چنین تلقی می شود که الگوی حرکت در امتداد گسل های ثانویه، لغزش های عمودی یا افقی باشد. مقدار چنین پس نشینیهایی در مقایسه با دامنه حرکت زلزله بسیار بزرگترمی باشند ودر نتیجه جابجائی دائمی برجا میگذارد. با تصور بدترین حالت در مورد خط لوله آبرسانی که از گسل عبور می کند، چنین فرضی می تواند مناسب باشد و این نوع از مدلسازی خسارت، اختیار می شود.

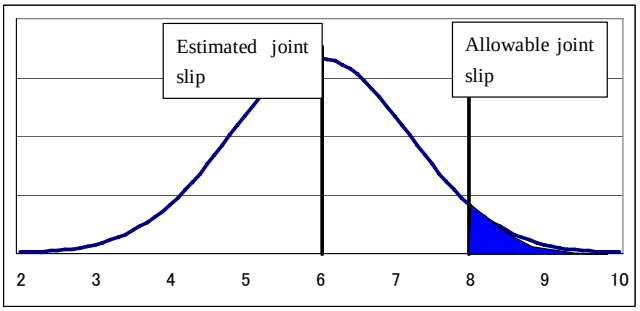
(3) اتصال لوله به سازه ها

به طور کلی سطح زمین دارای یک فرکانس طبیعی یا دوره طبیعی می باشد که نشان دهنده مشخصات متفاوتی نسبت به مشخصات سازه ها می باشد. لوله های مدفون در زمین با خاکی که آنها را در بر می گیرد حرکت می-کنند. تحت چنین شرایطی وقتی حرکت زلزله شروع شود، زمین که شامل لوله ها نیز می شود با فاز متفاوت از فاز سا زه های بزرگ به ارتعاش در می آید که این اختلاف فاز بعلت سختی متفاوت آنها می باشد. چنین تفاوتی در فاز یا بزرگی واکنش که تعریفی مطابق با فرکانس طبیعی دارد سبب تغییر مکان نسبتا متفاوتی در این سازه های مجاور می شود. این پدیده ممکن است سبب جدا شدن اتصال لوله ها شود. مقدار ماکزیمم دامنه را که می - توان از آنالیز حرکت زمین بدست آورد، بعنوان ماکزیمم جابجائی نسبی انتخاب می شود.

4-1-3 خلاصه روش آنالیز

(1) آنالیز تاثیر حرکت شدید زمین به وسیله روش واکنش جابجائی

لغزش اتصال لوله در لوله های اصلی انتقال و لوله های اصلی توزیع از طریق روش واکنش جابجائی، محاسبه می شود. مفهوم متغیر بودن داده ها بکار گرفته می شود. به این معنی که لغزش اتصال بدست آمده از طریق محاسبات یک عدد ثابت نیست و از مقدار های متغیر توزیعی همانگونه که در شکل 4-1-1 نشان داده شده است برخوردار می باشد.

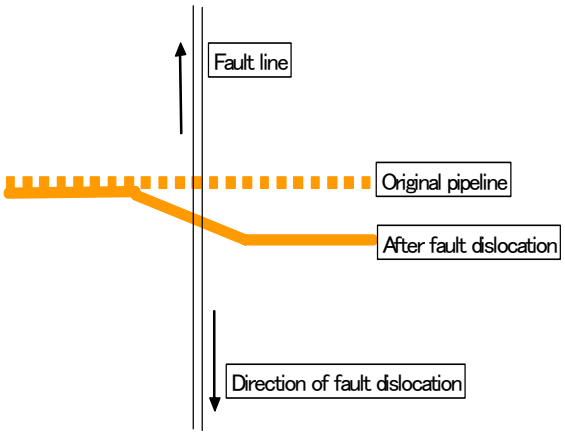


شکل 4-1-1 منحنی توزیع نرمال

(2) خسارت ناشی از جدائی گسل

مقدار جابجائی دائمی زمین به عنوان جدائی در امتداد وجه گسل اختیار می گردد. در هر موردی این مقدار در حد ماکزیمم تصورمی شود ومقدار شیب واقعی تصورمی شود که از این سطح پائین تر باشد.

شکل 4-1-2 مدلسازی مفهومی عبور گسل را نشان میدهد. لغزش گسل بوسیله دو اتصال لوله همانطور که نشان داده شده است جذب می شود. بنابراین کارآئی اتصال لوله حائز اهمیت

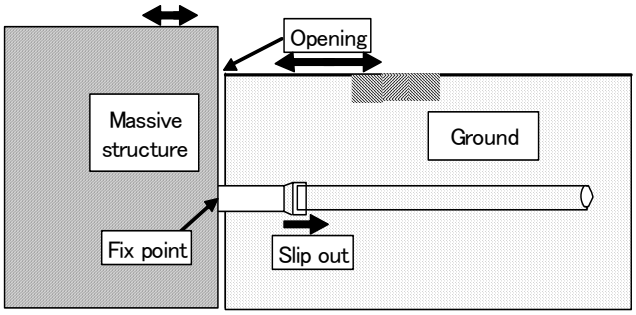


شکل 4-1-2 جدائی لوله در محل عبور گسل

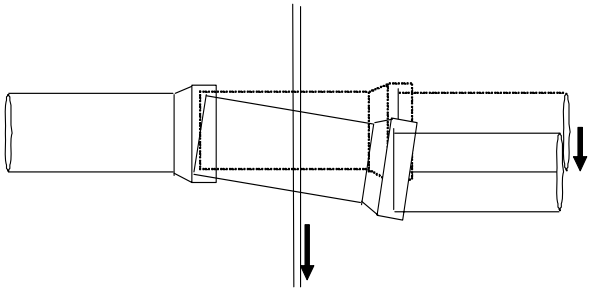
می گردد. شکل 3-1-4 نشان دهنده شکل اتصالات لوله همراه با جزئیات آن می باشد.

(3) تاثیر اتصال لوله به سازه های بزرگ

در موارد بسیاری لوله ها به سازه های بزرگی چون تانکهای مخازن بتونی متصل هستند. فرکانس طبیعی این گونه سازه ها متفاوت از فرکانس طبیعی خاک اطراف آنها می باشد. این تاثیر می تواند سبب حرکت مستقل این اجزا گردد. در نتیجه این حرکت، ممکن است سازه و خاک از هم جدا شوند. شکل 4-1-4 مدل این پدیده را نشان می دهد.



شکل 4-1-4 لغزش اتصال لوله در محل اتصال به سازه



شکل 3-1-4 تغییر شکل اتصال لوله در محل عبور گسل

4-1-4 داده های پایه و آنالیز مقدماتی

(1) داده های لوله

داده های مربوط به لوله در جدول 1-1-4 در گزارش اصلی نشان داده شده اند. لطفا به گزارش اصلی مراجعه شود.

(2) تنش زمین ناشی از حرکت شدید زمین

تنش زمین ناشی از حرکت شدید زمین یکی از مقادیر ضروری در تحلیل به روش واکنش جابجائی می باشد. تنش ها به لوله های مدفون منتقل می شوند و این تنش ها در اتصالات لوله متمرکز شده سبب بیرون آمدن اتصال می شود. تنش زمین به روش زیر محاسبه می شود.

$$\varepsilon_G = \frac{\pi U_h}{L}$$

where ε_G : Ground strain
U_h : Horizontal amplitude of earthquake
L : Equivalent wave length

4-1-5 خسارت به لوله های اصلی انتقا ل

(1) خلاصه لوله های انتقال

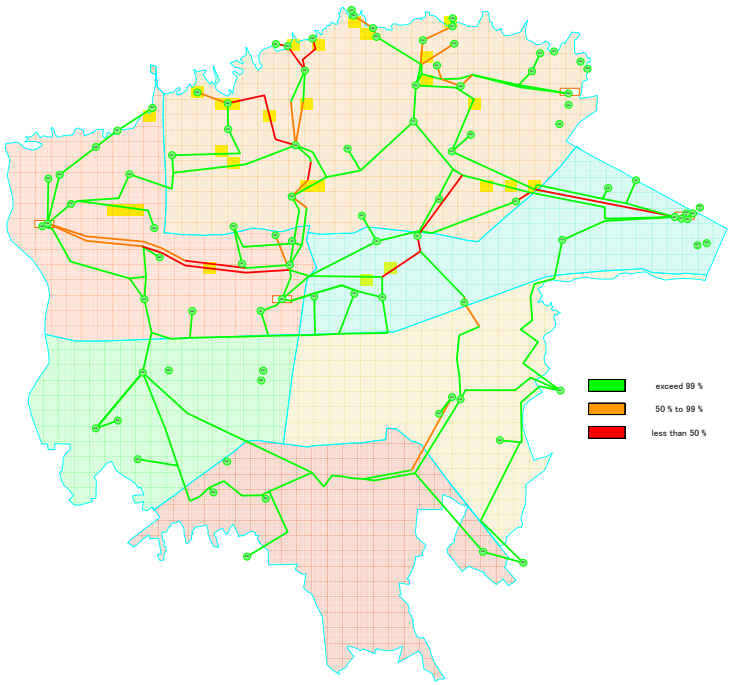
تمامی طول لوله اصلی انتقال از 300 کیلومتر متجاوز است. سه چهارم این طول شامل خط لوله فولادی بوده و طول لوله های بتونی کمتر از 20% می باشد (به جدول 2-1-4 در گزارش اصلی مراجعه شود). لوله چدنی نشکن در بخش شمالی تهران برای ارتباط مخازن مجاور به لوله های دارای قطر کوچکتر بکار می رود.

(2) پیش فرض

حرکت شدید زمین، عبور گسل و اتصال به سازه بزرگ علل خسارت به خطوط لوله می باشند. در این مطالعه حد مجاز لغزش، ثابت فرض شده است.

(3) برآورد خسارت

خسارت را بر اساس ایمنی ارتباط خط لوله محاسبه می کنند. احتمال خسارت در جدول 3-1-4 در گزارش اصلی نشان داده شده است. بعضی از خسارات، بعلت عبور گسل روی می دهند و برخی دیگر درنتیجه ارتباط به سا زه های بزرگ. در هیچ جائی خسارت به علت حرکت شدید زمین روی نداده است. شکل 5-1-4، نتایج ایمنی ارتباطات خط لوله را در مورد زلزله گسل شمال تهران نشان می دهد.



شکل 5-1- 4 ایمنی ارتباطات لوله پس از زلزله شمال تهران

4-1-6 خسارت به لوله اصلی توزیع

(1) خلاصه لوله اصلی توزیع

لوله اصلی توزیع، که شامل لوله هایی به قطر 300 میلی متر و بیشترمی شوند، حدود 750 کیلومتر طول دارند. جدول 4-1-4 در گزارش اصلی نشان دهنده جزئیات طول خط لوله است که در این آنالیز بکار رفته است. اعداد شناسائی منطقه مخزن توزیع در شکل 6-1-4 همراه با طولشان نشان داده شده اند

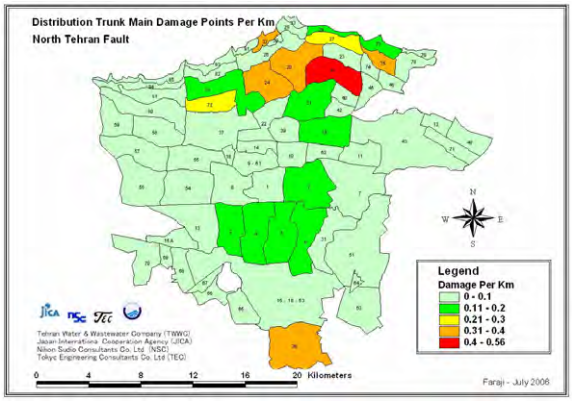
(2) پیش فرض

حرکت شدید زمین، عبور گسل و اتصال به سازه بزرگ از علل خسارت به حساب می آیند. این فرضیه مشابه چیزی است که در مورد لوله های اصلی انتقال داریم. مکان های اتصال به سا زه بزرگ مشخص نیست. با فرض اینکه میزان آن حدود 0/2 مورد در هر 1/0 کیلومتر طول باشد، تعداد کل 188 مکان به عنوان تعداد نقاط اتصال به سازه بزرگ در نظر گرفته شده است.

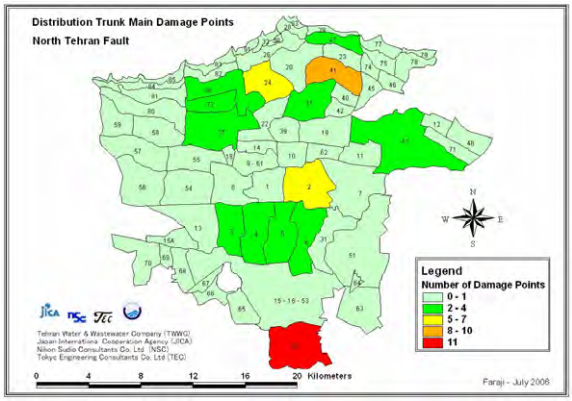
(3) برآورد خسارت

نسبت خسارت در واحد طول که برای آنالیز بکاررفته است همچنین در جدول 6-1-4 در گزارش اصلی نشان

داده شده است بعلاوه تعداد نقاط خسارت. نتایج زلزله شمال تهران در شکل 4-1-6 نشان داده شده است. بیشتر خسارات در بخش شمالی تهران واقع می شود یعنی در نزدیکی گسل سناریو. شکل 4-1-7 تعداد میانگین خسارت در واحد طول یعنی یک کیلومتر را درمورد زلزله شمال تهران نشان می دهد.



شکل 4-1-7 تعداد نقاط خسارت در هر کیلومتر در هر منطقه مخزن



شکل 4-1-6 تعداد نقاط خسارت در هر منطقه مخزن

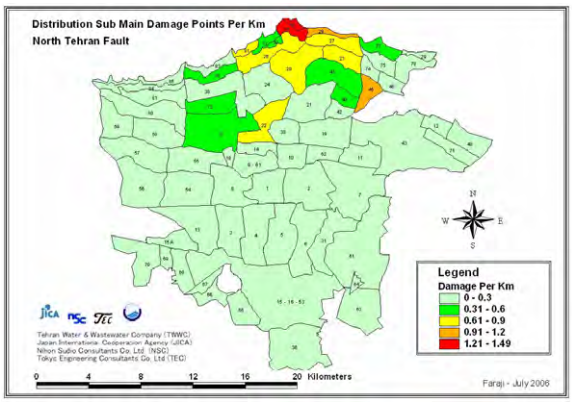
4-1-7 خسارت در لوله ناحیه ای توزیع

(1) بررسی کلی خط لوله فرعی توزیع

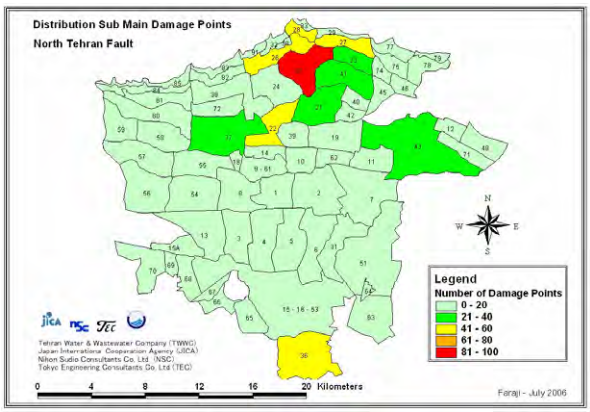
طول لوله ناحیه ای توزیع حدود 6500 کیلومتر در منطقه مورد مطالعه می باشد. قطر لوله ها زیر 300 میلیمتر می باشد. طول خط لوله در هر منطقه مخزن در جدول 4-1-7 در گزارش اصلی نشان داده شده است.

(2) برآورد خسارت

تابع خسارت بوسیله انجمن صنعت آب ژاپن پیشنهاد شده است. افزون بر این خسارت، خسارت در مکانهای عبور گسل به ترتیب محاسبه شده اند. جدول 4-1-8 در گزارش اصلی نشان دهنده نتایج آنالیز می باشد. نتایج در مورد زلزله گسل شمال تهران درشکل 4-1-8 نشان داده شده است. برآورد شده است که تعداد کل نقاط خسارت حدود 700 نقطه باشد که حدود 500 نقطه برروی محل عبور گسل قرار دارند. شکل 4-1-9 نشان دهنده تعداد خسارت در واحد طول در مورد زلزله گسل شمال تهران می باشد. تعداد خسارت در واحد طول در مکان های نزدیک خط گسل بسیار بیشتر است.



شکل 4-1-9 تعداد نقاط خسارت در هر کیلومتر در هر منطقه مخزن



شکل 4-1-8 تعداد نقطه خسارت در هر منطقه مخزن

4-1-8 برآورد خسارت در انشعابات منازل

خسارت به ساختمان به عنوان یک شاخص در محاسبه تعداد جمعیتی که بلافاصله پس از زلزله، دچار وقفه آبرسانی می شوند بکار می رود. جدول 19-4 در گزارش اصلی نشان دهنده تعداد خسارات برآورد شده در انشعابات منازل می باشد که شرکت آب و فاضلاب شهر تهران مسئول آن می باشد، بعلاوه خسارت در لوله های اصلی توزیع. برآورد شده است که خسارت در انشعابات منازل 5/0 برابر خسارات در خطوط اصلی توزیع می باشد.

4-1-9 نظرات پایانی در خصوص خسارت به خطوط لوله

(1) لوله های اصلی انتقال آب خام

آنالیز لوله اصلی آب خام در این مطالعه لحاظ نشده است. با این حال این خطوط در بالادست سیستم آبرسانی قرار دارند و یکی از مهمترین اجزاء آن می باشند. بنابراین برخی نظرات در خصوص واکنش این خطوط لوله در برابر نیروهای لرزه ای مطرح می گردد. دو خط اصلی بتونی و دو خط فولادی از بیلقان به منطقه شهر تهران می آیند، که از گسل شمال تهران می گذرند. بنابراین خطوط لوله ممکن است دچار خسارت بشوند. خطوط تونل برای انتقال آب خام از سدهایی که در شرق تهران واقع هستند مورد استفاده قرار می گیرند و این تونلها از گسلهای متعددی عبور می کنند. هرچند اتخاذ تدابیر برای تونلها مشکل است، ولی برخی اقدامات پیشگیرانه در نزدیکی منطقه آبگیر بیلقان برای جلوگیری از کمبود شدید در آبرسانی به تصفیه خانه ها ضروری به نظرمی رسد.

(2) لوله های اصلی انتقال

احتمال کمی وجود دارد که خسارت ناشی از حرکت شدید زمین بوقوع بپیوندد. دلایل اصلی خسارت، عبارتند از عبور گسلها و اتصال به سا زه ها. زلزله گسل شمال تهران بیشترین تاثیر را درمیان دیگر زلزله های سناریو برجا می گذارد.

(3) لوله های اصلی توزیع

تاثیر زلزله گسل شمال تهران زیاد است. دلایل عمده خسارت ها عبارتند از عبور گسل ها و اتصال به سا زه ها، درست مانند موارد لوله های اصلی انتقال.

(4) لوله های ناحیه ای توزیع

روش تجربی برای محاسبه خسارات بکار می رود به استثنای آن دسته از خسارات که درنتیجه عبور گسل ها اتفاق می افتند. احتمال وارد شدن خسارت مشابه نتایج مربوط به لوله های اصلی توزیع درنظر گرفته می شود.

4-2 برآورد خسارت در تاسیسات و تجهیزات

تشخیص لرزه ای در تاسیسات و تجهیزات شامل تشخیص لرزه ای مقدماتی و تشخیص تفصیلی می شود. تشخیص لرزه ای مقدماتی برای یافتن نقایص، از طریق اکتشاف چشمی صورت می گیرد. در تشخیص تفصیلی، ارزیابی مقاومت در برابر زلزله و برآورد خسارت، به وسیله یک جدول تشخیصی و برخی آنالیزهای سازه صورت می گیرد.

4-2-1 اکتشاف چشمی

(1) کلیات

مقاومت در برابر زلزله در تاسیسات و تجهیزات را می توان بوسیله تجارب گذشته درزمینه خسارت، ارزیابی نمود. مثالهایی از خسارت را می توان از نظر مقوله تاسیسات، عضوهای سازه ای و غیر سازه ای، تجهیزات مکانیکی و/یا الکتریکی طبقه بندی نمود. در ذیل لیست عضوهای سازه ای یا تجهیزاتی را که بسادگی دچار آسیب می شوند آورده ایم و اینها نکات مورد نظر در بررسی محل می باشند.

الف) سازه هایی که دو نوع سازه ای متفاوت را مانند کانال هوا، لوله های ورودی و/یا خروجی متصل به مخزن یا ساختمان ایستگاه پمپ و غیره.

ب) سازه ای که بر روی پی های مختلف بنا شده باشد.

عضو ربط دهنده بین پی گسترده و پی پایه ای یک مثال از این نوع می باشد. لوله ای که بر روی پی ماسه ای نصب شده است و به تانک بتون مسلح که برروی پی پایه ای قرار دارد متصل است، یک مثال دیگر است.

ج) لوله های موجود در خاکی که دارای خاصیت روانگرائی بالا می باشد.

چ) تجهیزاتی که وضعیت تکیه گاهی آنها تغییر می کند.

* بخشهایی از اتصال که مرتبط با سازه است، مانند لوله و کابل،
* میله مقسم که نقش کوپلینگ برای تبدیل کننده و موتور دیزل و غیره را بازی می کند،
* میله مقسم که نقش کوپلینگ را برای پمپ اصلی (مرکز شکاف) بازی می کند،
* سقوط صفحه سپر ضخیم کننده در حوضچه رسوبگیری،

ح) بولت های بکار رفته برای محکم کردن تجهیزات به کف،

خ) عضو غیر سازه ای
داخل و بیرون مصالح پرداخت، قطعات اتصالی، دیوار پرده ای، و غیره،

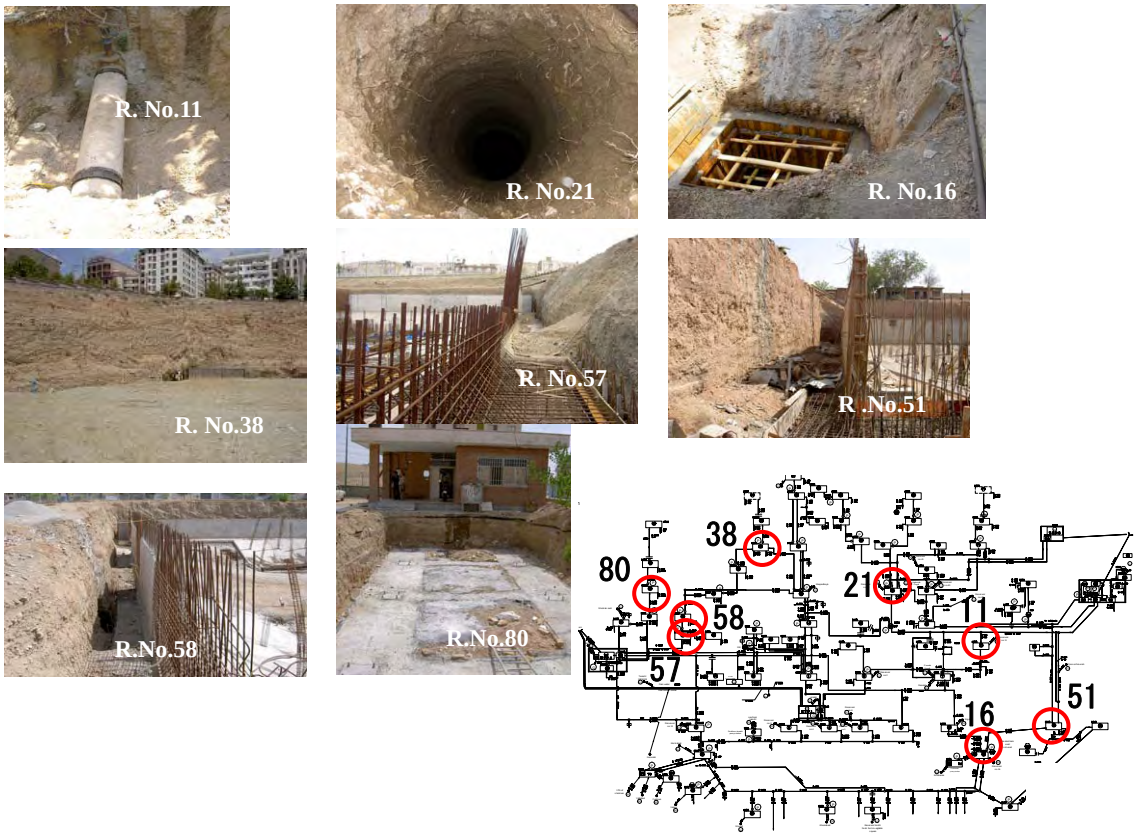
د) ماندابزارها
کمدها، مواد شیمیایی، ابزار و غیره،
بعلاوه میزان فرسودگی برای هر سازه باید در نظر گرفته شود.

(2) وضعیت زمین

در هنگام اکتشاف چشمی در تاسیسات، از راه مشاهده وضعیت خاک در میدان الحاقی به مخزن، محل ساخت منهول، حفاری برای لوله ها و سایر موارد، معلوم شد که در تهران وضعیت زمین در برابر زلزله نسبتا خوب می باشد. تصویر 4-2-1 نشان دنده وضعیت خوب زمین می باشد.

* مخزن شماره 11 در شمال شرقی: بدون حفاظ ماندن لوله ورودی
* مخزن شماره 21 در شمال: لوله کشی زیرزمینی و ساخت محفظه و گودال فاضلاب
* مخزن شماره 16 در جنوب شرقی: محل ساخت منهول
* مخزن شماره 38 در شمال غربی: دیوار زمین
* مخزن شماره 51 در غرب: میدان الحاقی به مخزن
* مخزن شماره 57 در شمال غرب: میدان الحاقی به مخزن

* مخزن شماره 58 در شمال غرب: میدان الحاقی به مخزن
* مخزن شماره 80 در شمال غرب: پی ریزی در ساختمان تله متری



شکل 1-2-4 وضعیت زمین در محل مخازن

بعلاوه، مشاهده شد که خاک چسبنده است و هیچ گونه آب زیرزمینی در وضعیت ساختمانی مربوط به مخزن شماره 16 در پنجه آبرفتی جنوبی وجود ندارد. روانگرائی پائین است و خطرات پیرامونی بغیر از پی تاسیسات باید ذکر شود. چون خاک سطحی شمال صخره/ شیب، دچار هوازدگی شده است، فرو خواهد ریخت. برای جلوگیری از خطر، ما پیشنهاد میکنیم که روش های بازسازی ساختمان های واقع برروی صخره یا شیب که در آینده احتمال فروریختن در مورد آنها وجود دارد، مورد مطالعه قرار گیرد.

(3) سازه

الف) چاه

در کشور ژاپن نمونه های بسیاری از مواردی که چاهها نقش مهمی بعنوان منابع آبرسانی اضطراری در زمان خطر زمین لرزه ایفا نموده اند، وجود دارد و در ایران نیز وضعیت باید چنین باشد. بطور کلی تصور می شود که مقاومت چاهها در برابر زلزله بالا باشد. این نظر براین دلیل استوار است که به علت وزن کم گودال، نیروی افقی کم است.

تصفیه خانه آب (WTP)

سازه های اصلی مانند تانک های آب یا ساختمانهای کم طبقه در صورتیکه برروی پی محکم ساخته شده باشند مقاومت زیادی در برابر زلزله دارند. بر اساس این فرضیه، خاک تهران به اندازه کافی سفت می باشد که ظرفیت تحمل در

برابر زلزله را دارا باشد. در حین بررسی برخی مشکلات سازه ای دیگر به چشم خوردند. در اینجا ایده ها و روشهای پیشنهادی را مطرح می کنیم.

تصفیه خانه شما ره 1: چون در اطاق تولید، مساحت دال که بوسیله هر یک از ستون ها تحمل می شود زیاد است، ظرفیت مقاومت لرزشی بسیار کم است، بنابراین محاسبات سازه ای باید انجام شود، و چهارچوب اطاق تولید باید بوسیله دیوار ایمن در برابر زلزله مانند دیوار برشی، مقاوم شود.

تصفیه خانه شما ره 2: سطح بتونی در معرض تغییرات زیاد دما می باشد. در شرایط فعلی، کار پرداخت و تعمیر برای تیر در اطاق افزودن مواد شیمیایی، اطاق ژنراتور و ترانسفورماتور، و پولساتور ضروری است.

تصفیه خانه شما ره 3: وضعیت سازه اصلی تانکهای آب و ساختمانها به نظر خوب می رسد، که به خاطر زمین خوب می باشد، بنابراین دربرابر زلزله بسیار مقاوم هستند. ولی چون برروی مجرای لوله کشی پولساتور، ترکهایی دیده می شود، تعمیر ترکها ضروری است.

تصفیه خانه شما ره 4

* وضعیت سازه اصلی تانکهای آب و ساختمان ها بعلت پی خوب، خوب بنظر می رسد، بنابراین در برابر زلزله بسیار مقاوم می باشند.

* با اینکه مستقیما به ایمنی سازه بر نمیگردد، اما آب از فیلتر نشت کرده است و ضروری است تعمیر در محل اتصال قابل بسط صورت پذیرد.

* کانال هوا از اطاق مواد شیمیایی تصفیه تا محل اضافه نمودن وجود دارد. تکیه گاه انتهایی کانال هوا، سازه ای است که ممکن است در نتیجه زلزله به علت گشتاور پیچشی دچار آسیب شود. مطالعات تفصیلی، ضروری است.

تصفیه خانه شما ره 5

* طراحی خاص زلزله در خصوص این تصفیه خانه اعمال شده است، بنابراین سازه اصلی دارای مقاومت زیاد در برابر زلزله می باشد. ولی سازه هایی که برروی گسل قرار دارند، باید مورد توجه قرار باشند.

* نشست زمین خاکریز، در اطراف اطاق مواد شیمیایی مشاهده شد. این تاثیر بعلت وجود ترک در راه پله بیرونی یا دیوار نگهدارنده، فرورفتگی زمین و غیره مشهود است. نشست، تاثیری برروی تیرها یا ستون ها نداشته است و مشکل چهارچوب بعلت تغییر شکل کم، جدی نخواهد بود. با این حال، بعلت وضعیت ناپایدار زمین خاکریز، احتمال زیاد تاثیر برروی دیوار نگهدارنده وجود دارد. بنابراین، یک اقدام خاص برای پیشگیری در آینده ضروری است.

* احتمال سقوط دیوار پرده ای یا جدا شدن روکش مرمر که بعنوان پرداخت بیرونی دیوارها یا ستونهای ساختمان بکار رفته است وجود دارد. چون احتمال شکسته شدن این عضوهای غیر سازه ای از جمله پنجره، در صورت وقوع زلزله زیاد است، و ممکن است سبب صدمه به انسانها شود، اقدامات لازم ضروری است.

ج) تلمبه خانه

قدیمی ترین بتون با پنجاه سال عمر، در تلمبه خانه در وضعیت خوبی است. مقطع عرضی این طراحی که توسط ایرانیان ساخته شده است از طرح پیشین که توسط انگلیسیها ساخته شده بود بزرگتر است. سازه قدیمی به دو مقوله تقسیم می شود (طرح پیشین و متعاقب آن طرح ایرانی)، و تشخیص تفصیلی در خصوص مقاومت در برابر زلزله، بر اساس آنالیز سازه باید انجام شود.

چ) مخزن

چون یک دال فوقانی وجود دارد و نیروی لرزشی از راه دیوار به دال منتقل می شود، مقاومت مخزن در برابر

زلزله زیاد است. بعلت فضای بسته، خوردگی یک مشکل مهم خواهد بود.

با اینکه داخل تانک در بسیاری از موارد قابل مشاهده نیست، فرسودگی در محل تهویه آشکاراست. میزان فرسودگی از راه بتون منهول یا تهویه مشاهده شد و معلوم شد که میزان فروسایش در شماره 6 و شماره 66 در سطح قابل ملاحظه ای است.

(4) تجهیزات مکانیکی و الکتریکی

بر اساس مشاهدات انجام شده در محل بررسی، نکات زیر در طرح مقاوم سازی دربرابر زلزله باید مد نظر قرار گیرد. در ادامه به برخی خطرات/بهسازیها اشاره شده، توضیح داده خواهد شد.

- تلمبه: وضعیت تثبیت تقریبا تمامی تلمبه ها خوب می باشد.
- مخزن تعادل: تعداد زیادی از مخازن تعادل به غیر از تلمبه خانه شماره 2، 22، 96 محکم تثبیت شده اند.
- تجهیزات کلرزنی: بنظر می رسد برخی سیلندرهای کلرزنی در خطر حرکت باشند. اگر ممکن باشد، استفاده سیستم هیپوکلریت سدیم پیشنهاد می شود.
- لوله کشی: شیر قطع اضطراری در لوله کشی ها نصب نشده است.
- تابلوی خودایستا: سه نوع تابلوی برق خود ایستا بکار رفته است. یک نوع آن یعنی تابلوهای 400 ولت با بولت فوندانسیون بخوبی محکم نشده اند.
- ترانسفورماتور: چرخهای تمام ترانسفورماتورها بخوبی با بولت فوندانسیون محکم نشده اند.
- باطری: بجز باطری مخزن شماره 1، بست یا بولت فوندانسیون نصب نشده است.
- UPS (منبع برق دائمی): UPS بکمک بست یا بولت فوندانسیون در هیچ یک از تاسیسات محکم نشده است.
- لوله کشی: بجز تصفیه خانه شماره 5، لوله انعطاف پذیر در اطراف درز قابل بسط سازه نصب نشده است.
- کابل: در بیشتر تاسیسات کابل اضافی کافی وجود ندارد.
- مخزن سوخت: وجود نرده ضد سرریز در زیر مخزن سوخت لازم است تا از وقوع حوادث ثانویه ناشی از نشت سوخت جلوگیری نماید.
- تیر برق: تیر برق در مخزن شماره 22 (ونک) کج شده است.
- سایر: چون مخازن بزرگ سوخت یا تجهیزات به کمک دیوار آجری ضعیف محافظت می شوند، محافظت بیشتری برای این دیوارها باید اعمال شود.

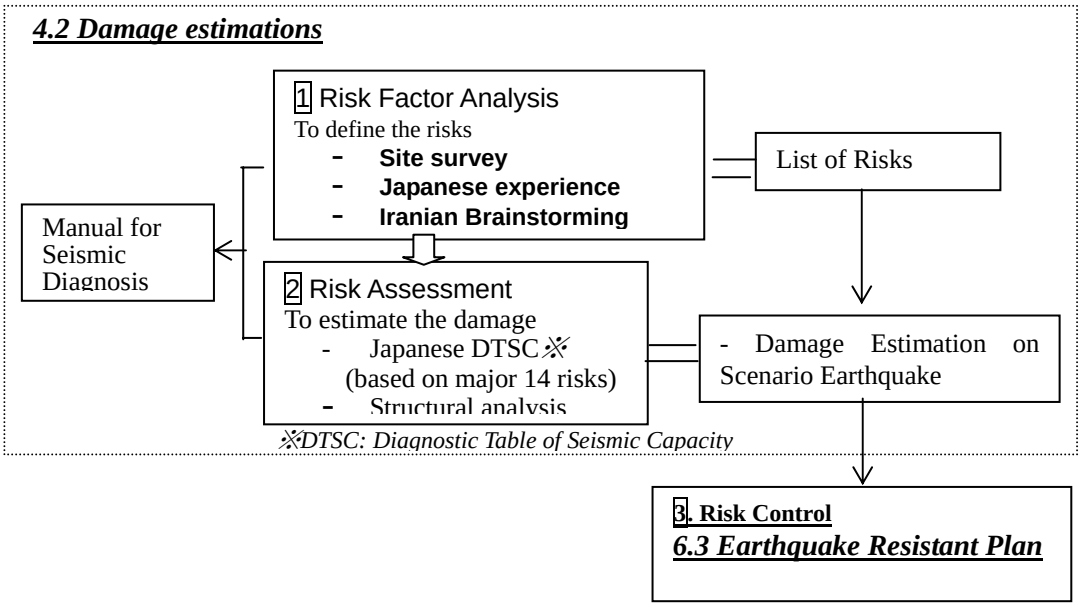
4-2-2 برآورد خسارت

(1) روش تشخیص

با توجه به تعداد تاسیسات و شرایط پیچیده، مطالعه به صورت سیستماتیک در سه مرحله در زمینه فرایند مدیریت خطر انجام گرفت.

در دو مرحله اول، خطرات از طریق بررسی محلی و طوفان فکری (برین ستورمینگ) تعریف شدند (1 تحلیل عامل خطر) و خسارتها بر اساس چهارده خطر برآورد شدند (2 ارزیابی خطر).

در بخش بعد، آخرین مرحله انجام شد که شامل تهیه و پیشنهاد اقدامات پیشگیری در خصوص خطرات مورد نظر می شد (3 کنترل خطر).



شکل 1-2-4 نمودار جریان برآورد خسارات و کارهای مربوط

(2) تحلیل عامل خطر

ما عوامل خطر را که برای برنامه ریزی اقدامات مقاوم سازی در برابر زلزله در تاسیسات و تجهیزات ضروری بود، استخراج نمودیم. این عوامل خطر از تجارب ژاپنی و نتایج طوفان فکری (برین ستورمینگ) به دست آمده بود.

(3) ارزیابی خطر (برآورد خسارت)

برآوردخسارات، در خصوص چهارده عامل خطر، بوسیله جدول تشخیص ظرفیت لرزشی ژاپنی (که از این ببعد به آن DTSC می گوئیم) پس از برخی اصلاحات بمنظور مطابقت با شرایط ایران، انجام می شود. روشDTSC واقع-گرایانه ترین روش سنجش برای ارزیابی خسارت می باشد. این روشی است که برای ارزیابی چهارده عامل خطر از منظر نقطه شکنندگی بکارمی رود. این جدول توسط وزارت بهداشت و رفاه در سال 1981 تهیه شد، و نقطه شکنندگی در سال 2005 بر اساس آخرین آمار خسارات زلزله در ژاپن که توسط مرکز تحقیقات آب با کمک وزارت بهداشت، کار و رفاه تهیه شده بود، اصلاح شد. **DTSC**تعدیل شده برای سازه با دال در جدول 12-3-4

در گزارش اصلی به صورت خلاصه آورده شده است.

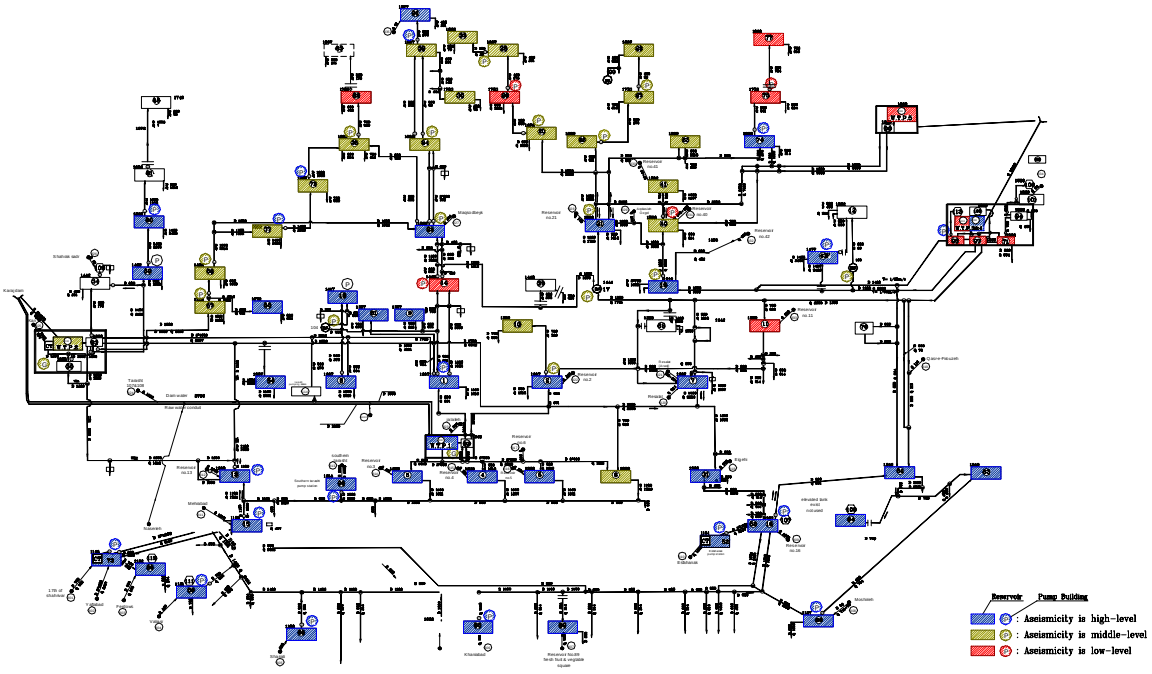
(4) نتایج برآورد خسارت

شرایط برآورد خسارت در زیر شرح داده شده است.

* DTSC طبق آنچه ما در بررسی محلی در تصفیه خانه ها و شصت و هفت مخزن انجام داده ایم ارزیابی می شود و فقط در تاسیساتی که مورد بررسی قرار گرفته اند.
* وقتی آنالیز سازه ای صورت گرفت،DTSC فقط کمی تعدیل شد.
* برآورد خسارت فقط با در نظر داشتن چهار زلزله سناریو انجام شد.
* تاسیسات واقع بر روی گسل فقط در شمال تهران قرار دارند. براساس DTSC، برآورد می شود که خسارت در

این تاسیسات در سناریو گسل شمال تهران، جدی باشد.

* در خصوصDTSC، در شرایط آئین نامه 2800 ، نشان دهنده پتانسیل فعلی مقاومت در برابر زلزله می با شد. باید توجه نمود که این حالت متفاوت از نقشه برآورد خسارت می باشد.
* سازه جدید طراحی شده مطابق با آئین نامه 2800 ارزیابی شد. مقاومت لرزشی آن باید بالا باشد. وقتی در سطح متوسط است، ارزیابی ها بهمراه یادداشتی در جدولDTSCتعدیل می شوند.
* بر اساس DTSCمقاومت لرزشی مخزن شماره 23 در سطح متوسط برآورد می شود، اما از راه تحلیل سازه در سطح بالاست، بنابراینDTSC تغییر نمود.
* مقاومت در برابر زلزله در مخزن شماره 6، که یکی از قدیمی ترین مخازن می باشد، در سطح متوسط بر اساس ارزیابیDTSC معلوم شد. ما تحلیل سازه ای نیز انجام دادیم و دریافتیم که مقاومت در برابر زلزله باز هم در سطح متوسط بود چرا که چیدمان میلگرد نیمه دیوارها کم است در حالی که این مورد، نادر است. در حالی که مقاومت در برابر زلزله بر اساس DTSC در قدیمی ترین مخازن شماره 1 تا شماره 5 در سطح بالا ارزیابی شده است و ترتیب میلگردها در دسترس نمی باشد، این مخازن باید با مخزن شماره 6 طرح یکسانی داشته باشند چرا که دارای عمر یکسانی می باشند. بنابراین ما ارزیابی را در سطح متوسطی ازمقاومت در برابر زلزله در مخازن شماره 1 تا 5 بنا به DTSC در شرایط آئین نامه 2800 ارزیابی



می کنیم.

شکل 2-2-4 نقشه برآورد خسارت (گسل شمال تهران)

4-3 آنالیز هیدرولیک شبکه لوله سیستم آبرسانی تهران

ارتفاع ناحیه تحت پوشش سیستم آبرسانی تهران در قسمتهای مختلف از 1100 متر تا 1800 متر متغیر می باشد به نحوی که توزیع یکنواخت آب در سرتاسر ناحیه تحت پوشش کار آسانی محسوب نمی شود. ناحیه تحت پوشش به منطقه های مختلف توزیع تقسیم می شود، که اصولا هریک دارای مخزن توزیع بعنوان منبع آب خود می باشد. در حال حاضر، پنج تصفیه خانه، آب تمیز را به 72 منطقه مخازن، از طریق شبکه پیچیده انتقال که شامل تلمبه خانه ها، شیرهای فشارشکن و غیره می باشد، می فرستد.

جریان آب در شبکه انتقال بوسیله آنالیز هیدرولیک مورد بررسی قرارمی گیرد تا مشکلات احتمالی که در صورت وقوع زلزله پدید می آیند معلوم شده، راه حلی برایشان اندیشیده شود .

در مورد شبکه های توزیع، آنالیز هیدرولیک شبکه ها در چند منطقه مخزن به عنوان نمونه اجرا می شود تا بتوان در خصوص بهسازی وضعیت آبرسانی آنها اظهار نظر نمود. برای آنالیز شبکه توزیع، به گزارش اصلی مراجعه شود.

4-3-1 ضوابط آنالیز هیدرولیک در شبکه های انتقال

(1) مدلسازی شبکه های انتقال

مدل شبکه های انتقال برای آنالیز هیدرولیک شامل تعداد زیادی از گره ها، لوله ها، تانک ها، تلمبه ها، شیرها و غیره می - شود که طبق آنچه در شکل 4-3-1 نشان داده شده است، تهیه گردیده است. چنین اجزاء مدل مانند چاه های عمیق، تلمبه های چاه، تلمبه های انتقال، مخازن توزیع در بخش 3-2 "بررسی سیستم آبرسانی موجود" در گزارش اصلی فهرست شده اند.

(2) میزان جریان انتقال

ماکزیمم آبرسانی روزانه در سال 2005، 3،172،996 متر مکعب درروزمی باشد، که در آنالیز هیدرولیک همین میزان بکار می رود. تولید متناسب شده و تولید هریک از تصفیه خانه هادرجدول 4-3-1 به صورت خلاصه نشان داده شده است.

جدول 4-3-1 میزان جریان انتقال در آنالیز هیدرولیک

	Supply	Production	Ajusted	Case-1	Case-2	Case-3	Case-4
Plant No.1		232,600	232,600	0	232,600	232,600	232,600
Plant No.2		769,000	787,026	787,026	0	787,026	787,026
Plant No.3		391,200	401,200	401,200	401,200	0	401,200
Plant No.4		387,700	397,700	397,700	397,700	0	397,700
Plant No.5		279,900	279,900	279,900	279,900	279,900	0
Subtotal		**2,060,400**	**2,098,426**	**1,865,826**	**1,311,400**	**1,299,526**	**1,818,526**
Ratio(%)		**98.2**	**100**	**88.9**	**62.5**	**61.9**	**86.7**
Groundwater		**1,074,570**	**1,074,570**	**1,074,570**	**1,074,570**	**1,074,570**	**1,074,570**
Total	**3,172,996**	**3,134,970**	**3,172,996**	**2,940,396**	**2,385,970**	**2,374,096**	**2,893,096**

در خصوص تحلیل میزان جریان انتقال پس از وقوع زلزله، موارد متعددی از جمله وقفه در امر آبرسانی به تصفیه خانه ها، به ایستگاههای پمپاژ، و خسارت به لوله های اصلی انتقال مد نظر قرار می گیرند.

کل جریان انتقال، زمانی که کار یک تصفیه خانه متوقف می شود، کل تولید تصفیه خانه های دیگر که فعال هستند محسوب می شود و در جدول 1-3-4 فهرست شده اند.

4-3-2 تائید آنالیز شبکه

(1) کنترل و تائید آنالیز شبکه

بر اساس ضوابط فوق الذکر، آنالیز هیدرولیک شبکه های انتقال با برنامه CAD آب، اجرا می شود. چنین نتیجه گیری می شود که مدل شبکه ها با توجه به نتایج آنالیز که در ذیل آمده است، قابل اجرا است:

* میزان جریان تحلیل شده در اطراف مخزن توزیع شماره 27 در مقایسه با میزان جریانی که در واقع اندازه گیری شده است، مشابه می باشد.
* مانند شرایط واقعی جریان است که به این معنی است که طبق آنالیز، میزان تعیین شده جریان را می توان بنحو رضایتبخشی به تمامی مخازن توزیع منتقل نمود.
* میزان سرعت تحلیل شده در لوله های اصلی انتقال در محدوده نرمال، نوسان می کند.
* سرعت های تحلیل شده در لوله های اصلی انتقال از تصفیه خانه شماره 3 تا مخزن شماره 19 و از تصفیه خانه شماره 3 تا مخزن شماره 51 ، قابل ملاحظه می باشد. هرچند، این پدیده با نظر کارکنان بهره برداری شرکت آب و فاضلاب مطابقت دارد.

(2) نتایج آنالیز هیدرولیک

نتایج آنالیز هیدرولیک عموما نشان می دهد که پمپ های انتقال دارای ظرفیت کافی می باشند، در حالیکه خطوط لوله ثقلی تقریبا با ظرفیت طراحی شده عمل می کنند. در خصوص ظرفیت هر یک از تاسیسات باید گفت، تمامی لوله های انتقال از تصفیه خانه شماره 3 تقریبا با حداکثر ظرفیت کارمی کنند. همچنین اینگونه تلقی می گردد که لوله های انتقال موجود از تصفیه خانه شما ره 5 تا بخش مرکزی یا بخش جنوبی شهر، در مقایسه با ظرفیت تصفیه خانه ناکافی باشند.

4-3-3 آنالیز هیدرولیک در زلزله

با استفاده از مدل شبکه، آنالیز هیدرولیک در هنگام زلزله انجام می شود. در ابتدا، مواردی که باید آنالیز شوند با توجه به خسارات برآورد شده در تاسیسات آبرسانی مورد مطالعه در بخش های قبلی، انتخاب می شوند.

(1) مشخص نمودن موارد

هشت مورد نمونه زیر برای آنالیز هیدرولیک بکار گرفته می شوند:

- مورد 1 تا مورد 4، هر تصفیه خانه طبق جدول 1-3-4 از عرصه فعالیت خارج می شوند.
- مورد 5 تا مورد 7، لوله های اصلی انتقال بتونی با قطر بالا خسارت می بینند.
- مورد 8، ایستگاه پمپاژ بزرگ شما ره 14 از فعالیت خارج می شود.

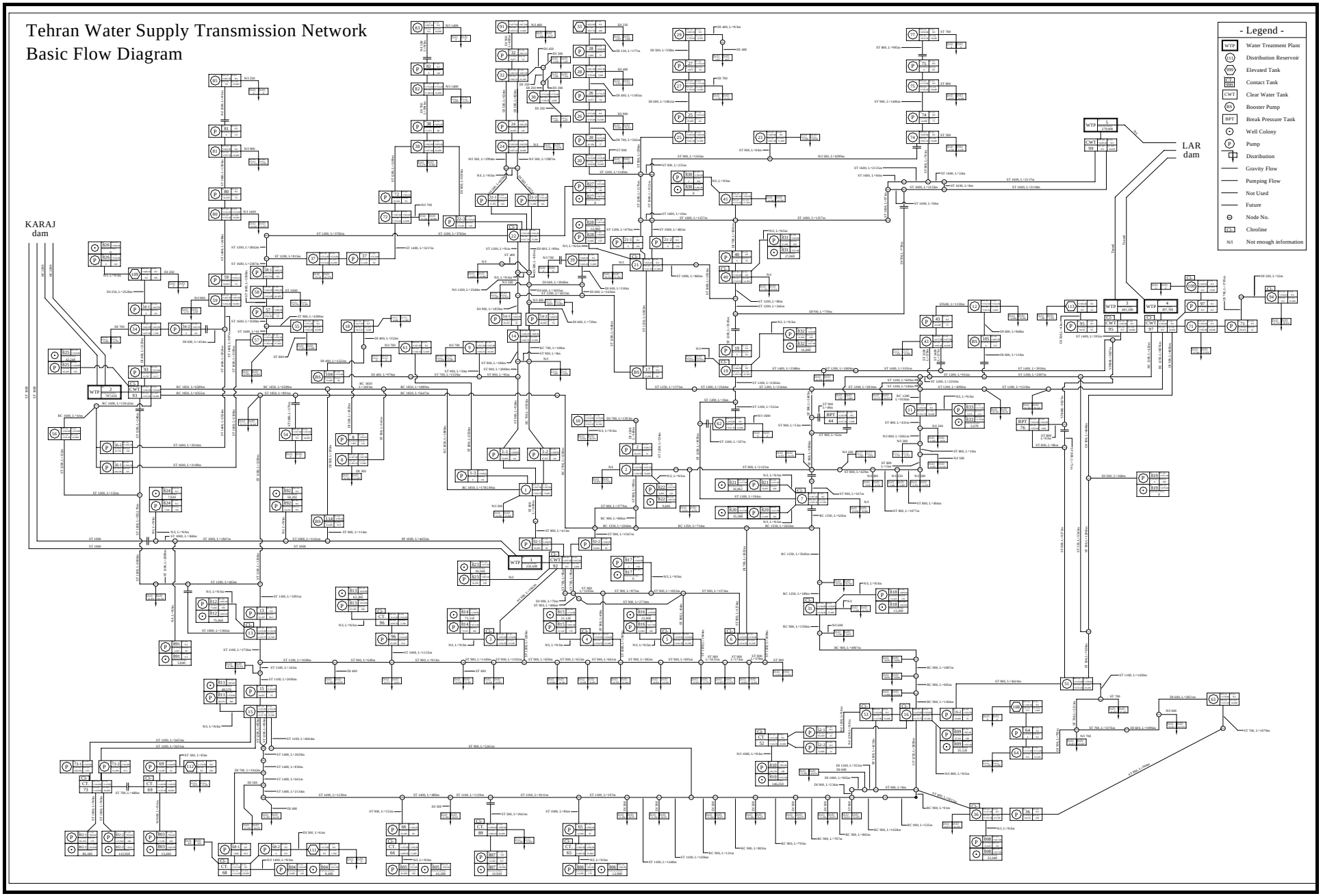
(2) نتایج آنالیز هیدرولیک

نتایج آنالیز هیدرولیک در جدول 2-3-4 خلاصه شده است. همانگونه که در جدول می بینید، مواردی که بیشترین تاثیر را می گذارند، مورد 2، وقفه در کار تصفیه خانه شماره 2، و مورد 3، وقفه در کار تصفیه خانه شماره 3و4 می باشند که ظرفیت هر دو قابل ملاحظه می باشد.

درمیان سیستم تصفیه خانه شما ره 2، لوله های بزرگ اصلی انتقال آب خام با قطر 2000میلیمتر، که لوله های بتون مسلح می باشند، در صورت بروز زلزله شکننده ترین می باشند. وقتی لوله های اصلی آب خام خسارت ببینند، کمبود آب در برخی نواحی تحت پوشش، پیش بینی می شود که این به دلیل پوشش ناکافی است که تصفیه خانه های دیگر می دهند. باید اقدامات مناسب برای به حداقل رساندن کمبود آب مورد مطالعه قرار گیرند که از آن جمله مقاوم سازی لوله های اصلی انتقال آب تصفیه شده به قطر 1800 میلیمتر و 1350 میلیمتر است که لوله هایی از جنس بتون بوده و ارتباط از تصفیه خانه شماره 2را میسر می سازند.
همچنین برآورد می شود که تعلیق سیستم تصفیه خانه شما ره 3و4 سبب کمبود آب در ناحیه تحت پوشش گردد. اقدامات مناسب برای به حداقل رساندن کمبود آب باید مورد مطالعه قرار گیرد. برخی اقدامات برای سیستم های تصفیه خانه شما ره 2 و تصفیه خانه شما ره 3 و 4 در بخش 2-4-8 توضیح داده شده است.

جدول 2-3-4 سطح برآورد شده خسارت

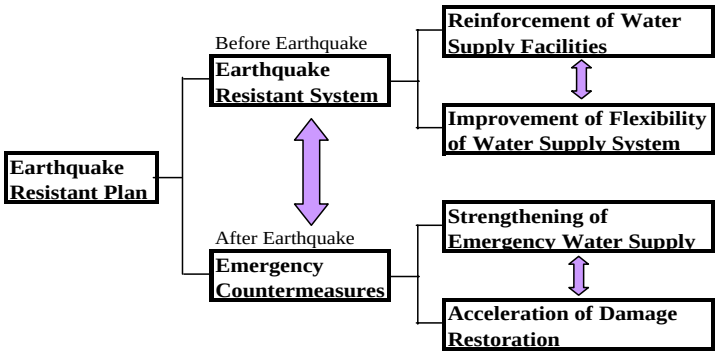
Cases	Maximum Change in Operation	Realistic Change in Operation
Interruption of treatment plant operation		
Case1	Plant No.1interruption doesn't affect much because water transmission from No.2 and No.3･4 is possible.	Transmission to some reservoirs becomes insufficient comparing with the left.
Case2	As plant No.2 has bigger production capacity and located in higher land than No.1, complete coverage by other plants could not be made. Several reservoirs with no inflow and others with insufficient inflow would appear.	More than 10 reservoirs with insufficient inflow in addition to several reservoirs with no inflow would appear. Interruption of plant No.2 operation widely affects citizen's water use.
Case3	As capacity of plant No3&4 is also large, neighboring several reservoirs with no inflow would appear. Other areas could almost be covered by plants No.2 and No.5.	Several reservoirs with no inflow and others with insufficient inflow would appear. Effective measures including water supply by tankers are necessary.
Case4	No.5 plant interruption doesn't affect much because water transmission from No.3･4 plant is possible at present.	Transmission to some reservoirs becomes insufficient.
Damage of water Transmission Mains		
Case5	In case of Damage of a twin 1,850mm concrete pipelines from plant No.2, several reservoirs connecting from the main would be empty and inflow of several others becomes insufficient.	Several reservoirs connecting from the main with no inflow and more than 10 reservoirs with insufficient inflow would appear. These pipelines are very important, and reinforcement should be made.
Case6	This 1,350mm pipeline is located downstream of case 5 pipelines, and damage is limited to the south east area of the city. Transmission to some reservoirs becomes insufficient.	Transmission to several reservoirs becomes insufficient, but conditions are not much different comparing with the left.
Case7	This is a combination of case5 and case6. As pipe size is far bigger and the pipe is located upstream, influence of this case is similar to case 5.	More than 15 reservoirs with insufficient transmission flow will appear. These pipelines are very important, and reinforcement should be made.
Interruption of pump station		
Case8	Pump station No.14 is large. But, service area by this station could be covered through pump station No.21 transmitted from plant No3&4. Influence of the station is small.	Damage influence would be larger than the left case. But, number of reservoirs influenced remains in some locations.


Tehran Water Supply Transmission Network
Basic Flow Diagram
KARAJ dam
LAR dam
- Legend -
Water Treatment Plant
Distribution Reservoir
Elevated Tank
Contact Tank
Clear Water Tank
Booster Pump
Break Pressure Tank
Well Colony
Pump
Distribution
Gravity Flow
Pumping Flow
Not Used
Future
Node No.
Chroline
Not enough information

S 5 هدف گذاری برای طرح مقاوم سازی در برابر زلزله

5-1 کلیات

مطالعه طرح ایمن سازی در برابر زلزله، نه تنها مقاوم سازی تاسیسات یا سیستم آبرسانی را شامل می شود بلکه تامین آب اضطراری برای شهروندان یا بازسازی سریع تاسیسات آسیب دیده را نیز شامل می گردد.



رابطه بین این طرحها و تعامل آنها با یکدیگر در شکل 1-1-5 نشان داده شده است. مقاوم سازی کامل تاسیسات در برابر زلزله، مستلزم صرف هزینه بسیار زیاد و زمان طولانی برای پیاده سازی می باشد. از طرف دیگر، اگر هیچ گونه مقاوم سازی درخصوص تاسیسات اعمال نشود، تاسیسات دچار ضرر هنگفتی خواهند شد. به این ترتیب، هزینه، نیروی کار و زمان لازم برای بازسازی بمنظور انجام اقدامات اضطراری بسیار بسیار زیاد خواهد بود.

با توجه به تمامی اقدامات و روابط فوق الذکر، هدف طرح مقاوم سازی در برابر زلزله باید مشخص شود.

5-2 مفهوم اصلی هدف گذاری

مهمترین عناصر تاثیرگذار در تعیین هدف، نتایج بدست آمده از برآورد خسارت در سیستم می باشد. هرچند، اقلام مربوط دیگری مثل مشخصات سیستم آبرسانی تهران، درسهایی که از زلزله های گذشته می آموزیم و تجاربی که از تعیین هدف در کشور ژاپن داریم، می توانند در معین نمودن هدف طرح مقاوم سازی در برابر زلزله تاثیر داشته باشند. مفهوم اصلی هدف گذاری، با لحاظ نمودن عناصر فوق الذکر معین شده است.

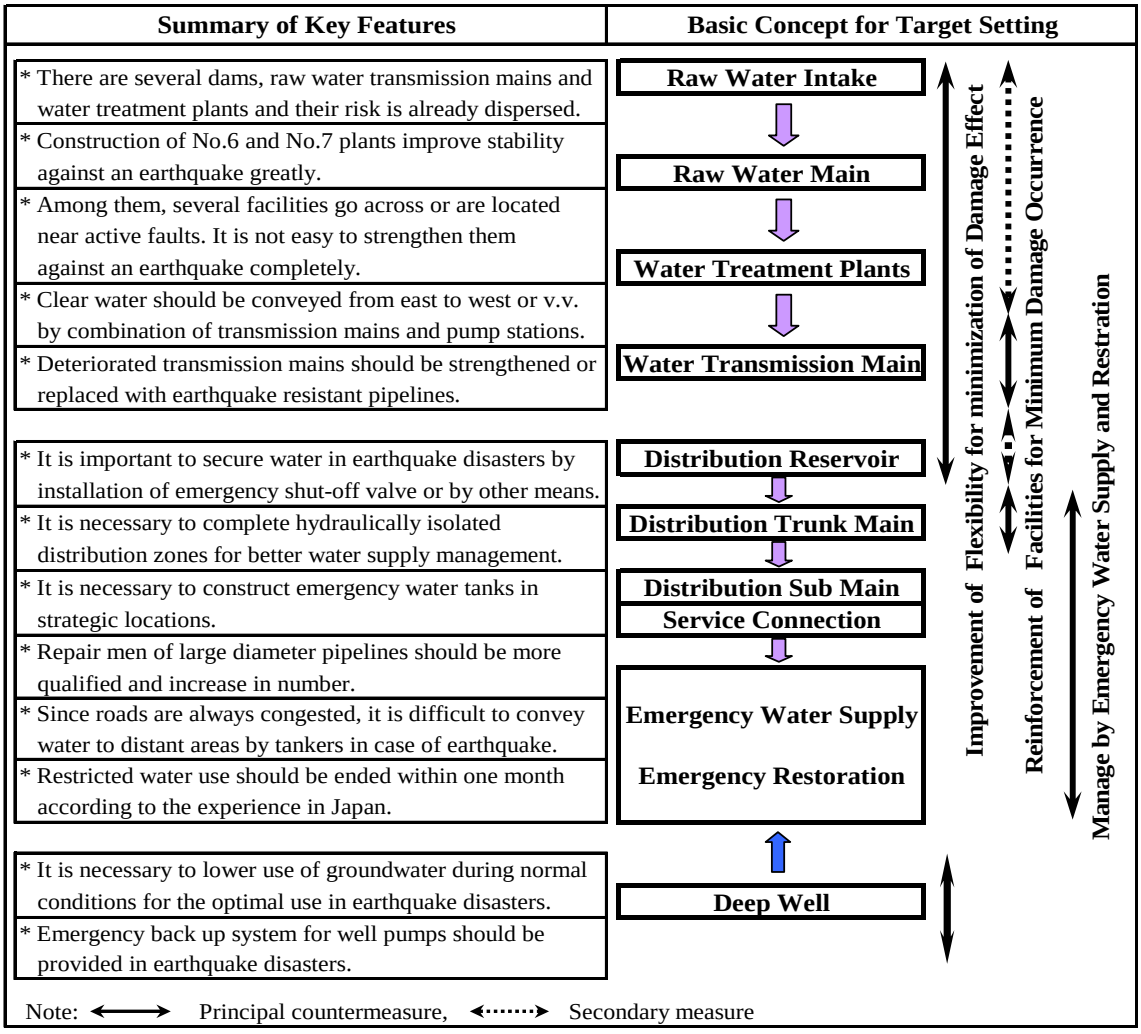
عوامل کلیدی که تاثیر زیادی در طرح ایمن سازی در برابر زلزله دارند، از نتایج چهار گونه مطالعه ای که در بالا ذکر شد و در شکل 1-2-5 خلاصه شده است، اسخراج گردیده اند.

از آنجائیکه برخی از تاسیسات موجود بین منابع تا تصفیه خانه ها بر روی گسل یا نزدیک گسل قرار دارند، بسختی می-توان آنها را کاملا در برابر زلزله مقاوم نمود. با این حال، چون این تاسیسات تقسیم شده و در سیستمهای متعدد پخش و پراکنده شده اند، توقف کار یکی از تصفیه خانه ها را می توان تا حد قابل ملاحظه ای با انتقال آب از لوله های اصلی و ایستگاههای پمپاژ، که هردو آب تمیز را از سایر تصفیه خانه هایی که در حال فعالیت هستند، پوشش داد.

نقش لوله های اصلی انتقال آب تمیز، انتقال آب به مخازن توزیع می باشد که مهمترین منابع آب برای شهروندان تهرانی محسوب می شوند. اگر لوله های اصلی انتقال، در هنگام زلزله دچار خسارت شوند، آب تولید شده در تصفیه خانه نمی تواند به مخازن منتقل شود. بنابراین، اقدام عمده ای که باید به کار رود، مقاوم سازی لوله های اصلی تعیین می شود.

از آنجائیکه خسارات احتمالی به لوله های ناحیه ای توزیع و انشعابات منازل، در حد بسیا ر گسترده ای نسبت به سایر لوله های اصلی مورد تحلیل قرار گرفته اند، وتقویت خطوط لوله ای با این طول زیاد، مشکل است، باید اقدام عمده ای که اعمال می شود را محصور در تامین آب اضطراری و بازسازی اضطراری خطوط لوله آسیب دیده نمود. بی شک، افزایش پایگاه -های آبی نیز امری حتمی خواهد بود.

به این ترتیب، مفهوم اصلی هدف گذاری در شکل 1-2-5 نشان داده شده است.



شکل 1-2-5 مفهوم اصلی هدف گذاری

5-3 تعیین هدف در طرح ایمن سازی نسبت به زلزله

بر اساس مفهوم اصلی که در بخش گذشته تعیین نمودیم، هدف طرح ایمن سازی در برابر زلزله، به دو طریق تحقق خواهد یافت (1) هدف مقاوم سازی تاسیسات در برابر زلزله، جدول 1-3-5، و (2) هدف تامین اضطراری آب و بازسازی، به ترتیب جدول 2-3-5 و جدول 3-3-5.

جدول 5-3-1 هدف مقاوم سازی تاسیسات در برابر زلزله

Category of Aseismicity	Principal Measures	Object Facilities
Minimization of Damage Occurrence	Reinforcement of Each Facility	Transmission Main Distribution Trunk Main
Minimization of Damage Effect	Improvement of System Flexibility	Raw Water Main Water Treatment Plant Transmission Main Distribution Reservoir
Preparedness for Emergency (Before Earthquake)	Securing emergency Water	Securing Reservoir Water Preparation of Emergency Water Supply Bases
Emergency Countermeasure (After Earthquake)	Emergency Supply and Restoration	Distribution Network Service Connection

جدول 5-3-2 هدف تامین اضطراری آب

Days after earthquake	Supply amount	Water use purposes	Access to water	Supply measures
Day	Lpcd		M	
Up to 3day	3	- Drinking: keeping human life	1,000	- Water Tank - Water Tanker
4d to 2week	20	- Drinking, - Toilet - Face washing: minimum daily life	250	- Water Tank - Temporary taps connected to distribution mains
2w to 3week	100	- Drinking - Toilet, - Bathing - Cooking	100	-Temporary taps connected to distribution sub-mains
Approximately 4 week	200 – 250	-Normal daily life	10	-House connections from temporary service pipes - Public taps

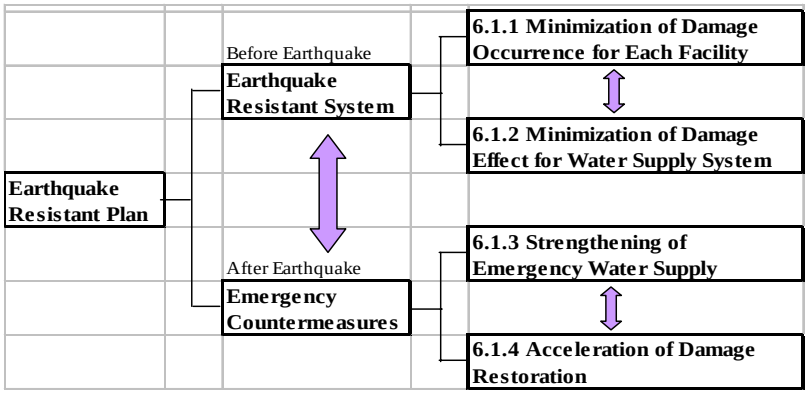
جدول 5-3-3 هدف بازسازی اضطراری

Category	Number of Damage	Target Period
Trunk Main	70	0.5 Month
Sub-main	700	1.0 Month
Service Connection	3,850	

S6 شناسائی و مطالعه در زمینه ایمن سازی در برابر زلزله

6-1 شناسائی اقدامات آینده در زمینه ایمن سازی در برابر زلزله

بر اساس نتایج برآورد خسارت، گزارشات مربوط به مطالعات گذشته، تجارب گذشته از زلزله، اکتشافات محلی و بحث با گروه متقابل شرکت آب و فاضلاب شهر تهران، در این بخش اقدامات آینده برای طرح مقاوم سازی در برابر زلزله شناسائی می شوند. همانطور که در شکل 1-1-6 می بینید اقدامات آینده به دو مقوله تقسیم بندی شده اند، اقدامات قبل از وقوع زلزله وبعد از وقوع زلزله.



اقدامات پیش از وقوع زلزله، هدف بهسازی مقاومت سیستم در برابر زلزله را دنبال می کند و گروه دوم یعنی اقدامات پس از زلزله به عنوان اقدامات اضطراری که پس از بروز فاجعه بکار گرفته خواهند شد، مطرح می باشند. برای دستیابی به سیستم های مقاوم در برابر زلزله باید وارد آمدن خسارت به تاسیسات را به حداقل رساند یا تاثیرات آسیبها را در سیستم آبرسانی تخفیف داد. اقدامات اضطراری می تواند شامل تقویت آبرسانی اضطراری و شتاب بخشیدن به بازسازی آسیب ها باشد.

در میان این اقدامات، آن دسته از اقدامات که در صورت بروز زلزله، برای به حداقل رساندن خسارات در هر سیستم آبرسانی یا تخفیف تاثیر خسارات در سیستم های آبرسانی می باشند معلوم شده و فهرست آنها به ترتیب در بخش 6-2 و 6-3 نشان داده شده است. اقدامات لازم برای تقویت آبرسانی اضطراری که باید به سرعت پس از وقوع زلزله انجام شوند در فصل 7 توضیح داده شده اند. اقدامات لازم برای شتاب بخشیدن به بازسازی تاسیسات آسیب دیده نیز در بخش 7 آمده اند.

6-2 بررسی اقدامات مقاوم سازی در برابر زلزله در سیستم خط لوله

اطمینان به سیستم خط لوله آب پس از زلزله، متاثر از دو عامل، سالم بودن لوله و وجود سیستم اضافی کمکی می باشد. بنابراین برای افزایش توانایی مقاومت لرزه ای سیستم، هم بهسازی وضعیت لوله و هم افزایش بخش اضافی کمکی به سیستم، مورد نیاز می باشد. اولی مقاوم سازی لوله ها یا تعویض آنها با لوله هایی است که بسیار قابل اطمینان هستند و دومی از راه ساختن سیستم شبکه اضافی، تحقق می یابد.

6-2-1 جنس لوله و زلزله

(1) لوله فولادی

لوله های فولادی دارای استحکام و شکلپذیری کافی می باشند. بعلاوه اتصالات جوشی دارای همان کیفیت بدنه لوله می باشند. بنابراین لوله های فولادی جوشی، بهترین جنس برای خطوط لوله تحت فشار زیاد می باشند، خصوصا اگر با اتصالات جوش لب به لب باشند.

(2) لوله چدن نشکن

لوله چدن نشکن دارای بدنه محکم می باشد و از آن به فراوانی در صنعت آب استفاده شده است. اتصالات، دارای ساختاری ساده بوده و در صورت اعمال نیروی خارجی، به آسانی جدا می شوند. با استفاده از اتصالات مقاوم در برابر جداشدن، می توان از بروز این خسارت جلوگیری بعمل آورد.

(3) لوله بتون مسلح

لوله بتون مسلح در مقایسه با نوع فولادی یا چدن نشکن، دارای بدنه ای ترد می باشد، خصوصا وقتی در معرض تاثیرات نیرو قرار می گیرد. بعلاوه، قسمت اتصالات نیز ضعیف می باشد و سبب نشت آب در محل ارتباط می - گردد.

(4) لوله چدنی

لوله چدنی به عنوان عمده ترین جنس لوله بکار رفته است. با این حال، نه بدنه لوله و نه اتصال، در برابر نیروی بیرونی به اندازه کافی محکم نیستند، خصوصا در برابر وارد شدن تاثیر نیروی زمنی لرزه.

(5) لوله پلی اتیلن

بدنه لوله دارای استحکام و انعطاف پذیری می باشد. لوله های پلی اتیلن با کارآیی بالا (HPPE/PE100) برای

استفاده در سیستم آبرسانی، مشابه استفاده در خط لوله گاز، توصیه می شود.

لوله فولادی با اتصال جوشی و لوله چدن نشکن با اتصال غیر قابل جداشدن، برای خطوط لوله با قطر متوسط و زیاد مناسب می باشند. لوله پلی اتیلن با اتصال پیوند جوش الکتریکی برای لوله های دارای قطر کوچک، ازکیفیت خوب و قیمت مناسب برخوردار می باشد.

6-2-2 تاثیرات زلزله بر خط لوله و گزینه های ارتقای لوله

(1) مکان احتمالی خسارت

علل خسارت به خط لوله را می توان بطور تقریبی به مقوله های عمده زیر تقسیم بندی کرد.

- محل عبور گسل
- اتصال به سا زه بزرگ
- ناحیه عادی دفن لوله

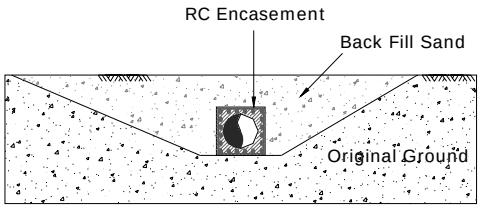
این عوامل در شرایط واقعی با هم ترکیب می شوند. محل عبور گسل بعنوان علت عمده، در شهر تهران شناخته می شود. از طرف دیگر، لوله های با قطر کوچک دارای شرایط پیچیده اتصالی بوده، تنش زمین می تواند خساراتی را بوجود آورد. بر اساس آنالیز حرکت زمین لرزه، معلوم شده است که گسل شمال تهران در امتداد خط گسل دارای پس نشینی (آفست) در حدود تقریبی 75 سانتی متر می باشد. پس از جدائی ناشی از حرکت گسل فعال، زمین به مکان جابجائی دائمی، منتقل می شود. تنش های حاصل از این جابجائیهای دائمی، کم می باشند بجز در نزدیکی گسل فعال. گزینه های موجود برای مقابله با خسارت، درزیر تعریف شده اند.

(2) استفاده از لوله روکش یا آبگذر صندوقه ای بتونی

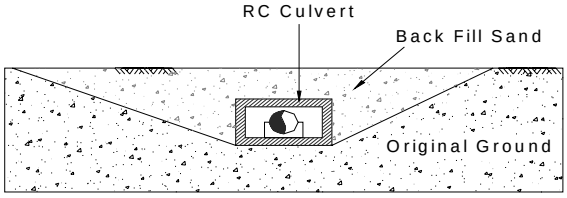
آفست در محل عبور گسل با استفاده از این روکشها یا آبگذرها رفع می شود. لوله های اصلی، در داخل این سازه ها نصب می شوند وبدین ترتیب از تغییر شکل ناگهانی خط لوله جلوگیری بعمل می آید. لوله های فولادی جوشی برای مقاصد روکشی استفاده می شوند. از آبگذر صندوقه ای بتونی نیز برای جلوگیری از خسارت به لوله در محل عبور گسل، مشابه لوله روکش، استفاده می شود. شکل 1-2-6 بصورت شماتیک آبگذر صندوقه ای را به تصویر کشیده است.

(3) پوشش دار کردن لوله مدفون

در عوض استفاده از آبگذر صندوقه ای بتونی، می توان مقاوم سازی بدنه لوله را بوسیله بتون مسلح که نقش تیر مقاوم را ایفا می کند، محقق ساخت.



شکل 2-2-6 پوشش بتونی



شکل 1-2-6 آبگذر صندوقه ای بتونی

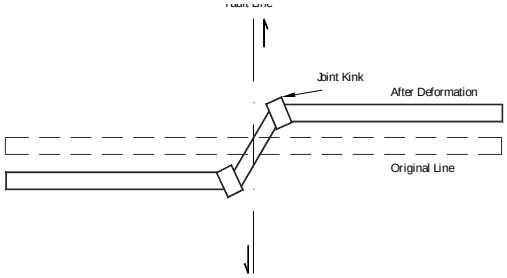
(4) استفاده از اتصالات انعطاف پذیر/انبساط پذیر در محل عبور گسل

هم تغییرمکان طولی وهم جانبی را می توان با استفاده از اتصالات انعطاف پذیر/ انبساط پذیر جذب نمود. با این حال، چون ظرفیت جذب، تا یک حد مشخصی محدود است، لازم است که از اتصالات متعدد استفاده شود تا جلوی تغییر شکل های بزرگ، گرفته شود. در برخی موارد، اقدامات مخصوص لازم است، مانند تعویض خاک اطراف با ماسه نرم.

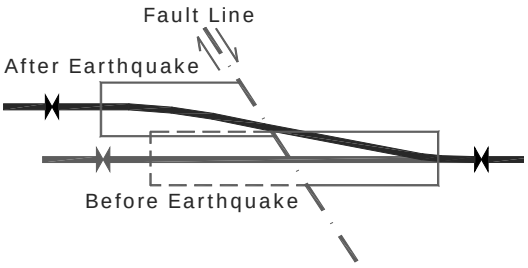
(5) روکش دار کردن یا آبگذر صندوقه ای همراه با تحمل خسارت

گزینه دیگر شکسته شدن سا زه را اجازه می دهد؛ تا زمانیکه خط لوله اصلی، سالم باقی بماند. شکل 4-2-6 تصویر شماتیک چنین وضعیتی را نشان می دهد. حتی اگر آبگذر صندوقه ای در امتداد خط گسل بشکند، لوله های داخل صندوقه در امان خواهند ماند چرا که فضای کافی در اطراف لوله وجود خواهد داشت. گزینه دیگر، ترکیبی از آبگذر همراه با خسارت، بعلاوه اتصالات انعطاف پذیر می باشد. در این شرایط اتصالات انعطاف پذیر هم به معنی اتصال مفصلی و هم اتصال انبساط محوری می باشد. شکل 5-2-6 نشان دهنده نمونه ای از این روش می باشد. در این اقدام آفست حرکت گسل بوسیله این اتصالات انعطاف پذیر جذب می شود.

آبگذر صندوقه ای باید پس از حرکت گسل، دارای فضای داخلی کافی باشد.



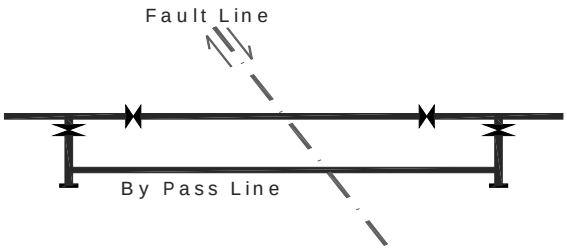
شکل 3-2- 6 استفاده از اتصالات انعطاف پذیر



شکل 4-2-6 شکست آبگذر

(6) گزینه کنارگذر

شکل 6-2-6 مفهوم این گزینه را نشان می دهد. کنارگذر دائمی برای استفاده درمواقع اضطراری استفاده می شود. در صورتیکه هم لوله اصلی و هم لوله کنارگذر ازکار بیفتند، لوله موقت یا شلنگ به این سه راهیها برای جبران خطوط شکسته، وصل می شوند.



شکل 6-2-6 گزینه کنارگذر

(7) اقدامات در زمینه مواردی که به سازه های بزرگ متصل هستند

ممکن است درمحل اتصال ها، جائی که مشخصات ارتعاشی سازه ها متفاوت هستند،جابجائی نسبی اتفاق بیفتد. با این حال درمقایسه با آفست های گسل، این مقادیر بسیار کوچک می باشند. گزینه یکسان همانند محل عبور گسل را می توان اتخاذ نمود، علی رغم اینکه جابجائی کم است. بنابراین ابعاد مقاوم سازی کوچک شده و ممکن است خسارت را بتوان فقط بکمک لوله های دارای اتصالات قوی، کاهش داد.

(8) اقدامات لازم برای مقابله با حرکت زمین لرزه

تنشی که در هنگام حرکت زمین لرزه بوجود می آید کم است و احتمال بیرون آمدن اتصال، حتی اگر این تنشها در اتصالات مجاور انباشته شوند باز هم کم است. بهرحال، خاک در تهران بقدر کافی سفت می باشد، بنابراین لازم نیست چنین تاثیراتی مد نظر قراربگیرند. حتی درمکانهایی که در آنها احتمال خطر می رود، با استفاده از اتصالات مطمئن، می توان خسارت را کاهش داد.

(9) نظرات پایانی در خصوص گزینه های موجود

گزینه های متعددی در بندهای گذشته توضیح داده شد. برخی خسارات یا شکستگیها را می توان تحت شرایط واکنشهای مناسب بدست آمده بعد از زلزله، اجازه داد. توجه به این ایده ها ضروری است خصوصا در مورد زلزله ای با احتمال وقوع کم.

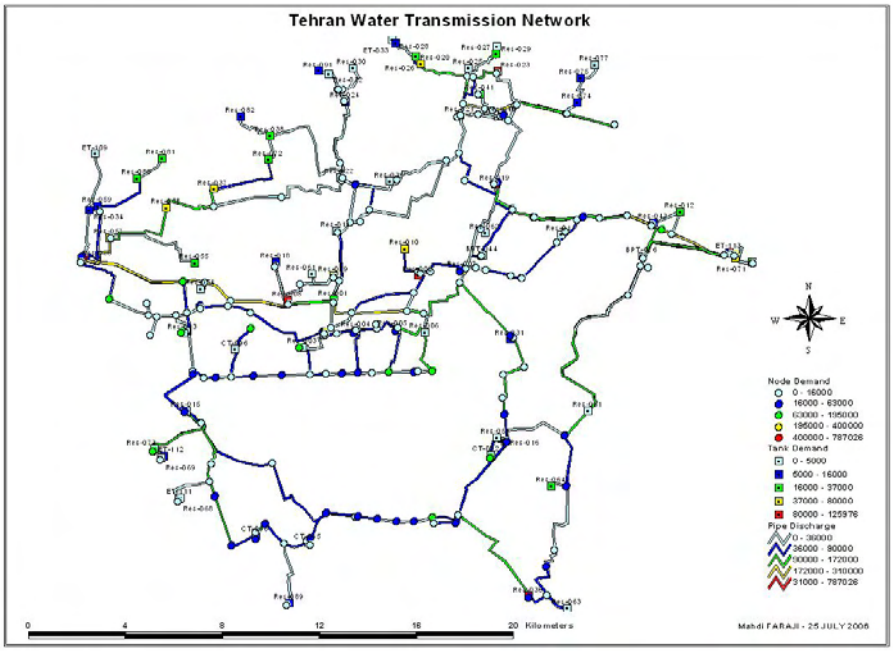
6-2-3 ارتقای لوله های انتقال آب خام

عمدتا مکانهایی که احتمال خسارت در آنها زیاد است، محل عبور گسل های فعال می باشند. بسیار سخت است که بتوان کاری برای آفست های بزرگ در امتداد گسل شمال تهران کرد. بنابراین، دراین شرایط استفاده از گزینه کنارگذر خصوصا برای خطوط لوله بتون مسلح، پیشنهاد می شود.

6-2-4 ارتقای لوله اصلی انتقال

(1) طرح کلی

لوله انتقال متشکل از 400 کیلومتر خط لوله می باشد. خط انتقال یکی از مهمترین خطوط در سیستم آب می - باشد. تعداد زیادی موارد عبور گسل از جمله گسل شمال تهران، وجود دارد. تعداد مکانهایی که خطوط لوله از گسلها عبور می کنند در مورد گسل فعال 8 و در مورد مکانهایی که گسلهای ثانوی محسوب می شوند 39 عدد می باشد. بیشتر این عبورها، در منطقه شمالی شهر قرار دارند.



شکل 7-2-6 طرح کلی لوله ها اصلی انتقال

(2) گزینه های ارتقای خط لوله

تعداد تقاطع گسل های فعال در شمال شهر تهران بسیار است. در آن نواحی قطر لوله انتقال کوچک است و ایجاد آبگذر صندوقه ای با فضای داخلی کافی میسر می باشد و اگر آبگذر دچار شکستگی شود، لوله اصلی داخل صندوقه در امان خواهد بود. خط لوله بتون مسلح با 1850 میلیمتر قطر از گسل ثانوی می گذرد. گزینه کنارگذر یا تعویض با لوله های فولادی در این نقاط عملی می باشد.

(3) نتایج آنالیز

روش آنالیز تفصیلی در گزارش اصلی شرح داده شده است. تاثیرات کمبود آب در هر بخش مخازن بدست آمده است. در این قسمت، تنها تاثیر بر خط انتقال، مورد نظر می باشد. تاثیرات ترکیبی بر کل سیستم توزیع آب، بعدا شرح داده خواهد شد. پس از زلزله گسل شمال تهران، بخش های موجود در منطقه شمالی تهران، پتانسیل خسارت بالایی دارند، چرا که این بخش ها به گسل شمال تهران نزدیک هستند.

6-2-5 ارتقای لوله اصلی توزیع

(1) طرح کلی

لوله اصلی توزیع حدود 770 کیلومتر طول دارد که لوله چدن نشکن حدود 500 کیلومتر آن را تشکیل می دهد. لوله هایی با قطر 300 میلیمتر و بیشتر نیز شامل می شوند. حدود 95 تقاطع گسل وجود دارد. بیشتر گسلهای ثانوی وجود دارند.

(2) گزینه هایی برای ارتقای خط لوله

می توان روش مشابهی برای خط لوله انتقال، اعمال کرد. با این حال، لوله اصلی انتقال، شامل شبکه آبرسانی می باشد و حتی اگر برخی قسمتها خسارت ببینند، امکان آن وجود دارد که از طریق مسیرهای دیگر، آب را تامین نمود. خط لوله ضرورتا دارای سیستم اضافی کمکی می باشد. با در نظر داشتن روش ارتقا، هم آبگذر صندوقه ای و هم گزینه کنارگذر عملی می باشند. در صورتی که طرح نوسازی بکار گرفته شود، خطر احتمالی را می توان با استفاده از لوله چدن نشکن با اتصال جدانشدنی یا لوله های فولادی با اتصال جوشی، جلوگیری نمود.

(3) نتایج آنالیز

شکل 20-2-6 در گزارش اصلی، نتایج را درمورد گسل شمال تهران، نشان می دهد. حتی در شرایط موجود، تنها بخشهای محدودی، از قطع آب رنج خواهند برد. در بیشتر بخشها، احتمال بی آبی زیر 20% می باشد. نتایج نشان می دهند که احتمال قطع آب کم است و ناحیه ای که در آن آب قطع می شود، محدود می باشد واین امر به علت وجود شبکه آب می باشد.

6-2-6 ارتقای لوله فرعی توزیع

(1) طرح کلی

اندازه قطر لوله 250 میلی متر و طول کلی، حدود 6500 کیلومتر می باشد. بنابراین بکارگیری اقدامات پیشگیری فقط به منظور مقابله با زلزله، مشکل بوده، غیر قابل اقتصادی می باشد. خوب است طبق نقشه بلندمدت تعویض، از لوله های ضد زلزله استفاده شود.

(2) گزینه هایی برای ارتقای خط لوله

طرح تعویض، بر اساس طرح نوسازی لوله های قدیمی انجام خواهد شد. استفاده از اتصال مطمئن لوله برای مقابله با وضعیت های مختلف و نه فقط زلزله، امری ضروری است. روش آنالیز مشابهی برای لوله های اصلی توزیع بکار می رود. روش تفصیلی آنالیز در گزارش اصلی تشریح شده است.

(3) نتایج آنالیز

نقاطی که دچار خسارت می شوند، براساس داده های آماری بعلاوه تعداد تقاطع های گسل، مورد آنالیز قرار گرفتند. احتمال خسارت در بسیاری از نقاط، مخصوصا در مورد زلزله گسل شمال تهران، وجود دارد. بعد از وقوع زلزله، برآورد می شود که حدود 700 نقطه دچار خسارت گردند. حدود 500 عدد از آنها در نقاط عبور

6-2-7 تاثیرات جمعی بهسازی شبکه های آب

تاثیرات جمعی مرحله نهایی بقرار زیر است:

* احتمال خسارت در خط انتقال آب خام وجود ندارد.
* لوله اصلی انتقال در مرحله نهایی است. تمامی لوله های بتون مسلح تعویض می شوند.

* تمامی لوله های اصلی توزیع، در مرحله نهایی، تعویض می شوند.
* در میان لوله های فرعی توزیع، تمامی لوله ها به استثنای لوله های پلی اتیلین، در مرحله نهایی تعویض می شوند.
چنین تصور می شود که در لوله های اصلی توزیع هیچ گونه خسارتی روی ندهد.

1) وضعیت موجود

شکل 3-2-6 در گزارش اصلی، نتایج جمعی تاثیرات زلزله شمال تهران رانشان می دهد. در ناحیه شمالی، بخشهای زیادی وجود دارند که احتمال قطع آب در آنها زیاد است. این امر ناشی از ایمنی نسبتا کم لوله - های اصلی انتقال می شود.

2) نقشه ای برای آینده

شکل 32-2-6 در گزارش اصلی، نتایج تاثیرات جمعی زلزله گسل شمال تهران را نشان می دهد. بهسازی در ناحیه شمالی قابل ملاحظه است.

6-2-8 قسمت پایانی

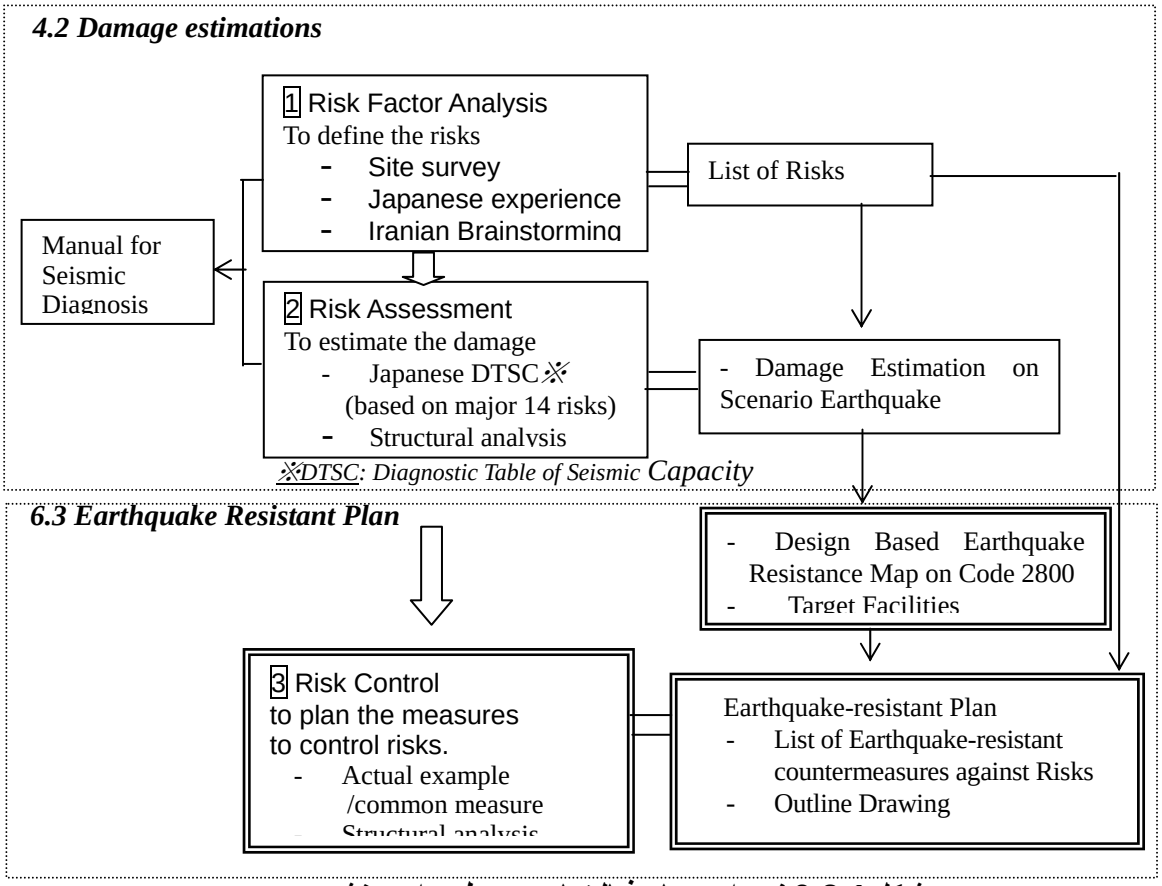
برای ارتقای سیستم توزیع آب، هم تقویت لوله ها و هم افزایش سیستم اضافی کمکی خط لوله، مورد نیاز است. به جهت افزایش اطمینان خط لوله، استفاده از لوله های فولادی با اتصالات جوشی و لوله چدن نشکن با اتصالات جدانشدنی، اقدامات مناسبی می باشند. لوله پلی اتیلن با پیوند جوش الکتریکی نیز برای لوله های با قطر کوچک قابل اطمینان است.

در محل عبور گسل، گزینه های بسیاری را می توان بکار گرفت. لوله انتقال آب تمیز در سیستم توزیع، نقش مهمی دارد. اگر لوله های اصلی انتقال در وضعیت خوب باشند، آب می تواند به بیشتر بخشهای شهر فرستاده شود. حتی اگریکی از تصفیه خانه های آب از فعالیت خارج شود، فقط ناحیه محدودی از کمبود آب رنج خواهد برد. بنابراین، اقدامات برای ارتقای لوله های انتقال باید در مرحله زودتری اعمال گردند. مخصوصا در ناحیه شمالی شهر، تعداد زیادی تقاطع گسل های فعال وجود دارد. این لوله ها نسبتا کوچک هستند و تقویت این لوله ها چندان مشکل نیست. گزینه های متعددی را می توان برگزید مثل نصب لوله های اصلی در آبگذر صندوقه ای بتونی.

لوله اصلی توزیع نیز اهمیت دارد. ترجیحا برای مقاوم سازی یا تعویض، از لوله های قابل اطمینان مخصوصا در محل عبور گسل استفاده شود. چنین درنظر گرفته می شود که تعویض در طی طرح نوسازی متعارف، انجام پذیرد. استفاده از لوله با اتصال قابل اطمینان باید در طرح گنجانده شود. برای رسیدن به ایمنی 100%، در عوض مقاوم سازی تمام لوله های توزیع، عاقلانه تر آن است که برخی خسارات را متحمل شویم و برای بازسازی سریع آماده شویم.

6-3 طرح مقاوم سازی در برابر زلزله برای تجهیزات و سازه تاسیسات

ارتباط بین این بخش و بخش گذشته یعنی 2-4 در شکل 1-3-6 نشان داده شده است.



شکل 1-3-6 نمودار جریان فعالیتهای مربوط در این بخش

1-3-6 اصل اقدامات لازم برای تاسیسات هدف

تا کنون سه حقیقت آشکار، اظهار شده است: اول آنکه خسارت در تاسیسات واقع بر روی گسل پس از زلزله شمال تهران شدیدترین خسارات خواهد بود. دوم آنکه طرح ضد لرزه ای پس از تنفیذ آئین نامه 2800 در طی ده سال گذشته، در بسیاری از ساختمان ها و تاسیسات اعمال شده است. سوم آنکه شرکت آب و فاضلاب تهران تصمیم دارد عملیات مقاوم سازی در برابر زلزله را در تاسیسات موجود اجرا نماید. بنابراین، در این مطالعه، تاسیسات هدف باید انتخاب شوند تا دگرگونی شرکت آب و فاضلاب تهران به راحتی عملی گردد. تاسیسات هدف طبق آنچه در زیر آمده است تقسیم بندی شده اند:

* مقوله الف: تاسیسات واقع برروی گسل و تاسیسات شکننده دیگر بر اساس سناریوی زلزله خطرناک شمال تهران
* مقوله ب: تاسیسات شکننده ای که بر اساس کد 2800 در نقشه مبتنی بر طراحی ضد زلزله (شکل 2-3-6 در گزارش اصلی) بدون وضعیت گسل، ارزیابی شده اند.

الف) اصل اقدامات لازم برای تاسیسات مقوله الف

اقدامات پیشگیری برای ساختمان/ تانک واقع بر روی گسل، نیازمند صرف هزینه بسیار زیاد می باشد ودر حال حاضر عملی نمی باشد.

بنابراین، اقدامات لازم برای کاهش تاثیرات خسارات، مثل پشتیبانی بوسیله لوله یا تاسیسات مجاور دیگر درکوتاه مدت اعمال می شود، و در آینده باید این تاسیسات به جای دیگر نقل مکان کنند یا پس از آنکه مدت زمان عمر مفیدشان

سپری شد، دوباره به طرز مناسب ساخته شوند.

ب) اصل اقدامات لازم برای تاسیسات مقوله ب

پس از کنترل اینکه آیا ایمنی سازه ها مطابق با طرح ضد لرزه ای آئین نامه 2800 می باشد یا نه، روش های مناسب برای تقویت هریک از سازه ها و برای کاهش خسارت مورد مطالعه قرار گرفت. جلوگیری از وقوع حوادث ثانوی نیز در شکل 3-3-6 از گزارش اصلی نشان داده شده است.

6-3-2 مطالعه بر روی تاسیسات و اولویت اقدامات پیشگیری

از آنجائیکه تعداد زیادی تاسیسات وجود دارد، برنامه پیاده سازی باید با توجه به اولویتها و براساس بررسی محلی، برآورد خسارت و نقشه ایمنی در برابر زلزله تهیه گردد. تاسیسات هدف و مقاومت آنها در برابر زلزله در جدول 4-3-6 در گزارش اصلی خلاصه شده است.

ملاحظات/ استراتژی برای تصمیم گیری درباره اولویتها در زیر خلاصه شده است.

* اقدامات پیشگیری در خصوص تاسیسات، که بالاترین اولویت را دارا می باشند بقرار زیر است:

- حفظ جان انسان: ساختمانهایی که کارکنان برای کار هرروزه در آنجا بسر می برند.

- شکنندگی: عضوهای سازه ای و تجهیزاتی که شکنندگی آنها از طریق تحقیقات بصری و آنالیز سازه ای مشخص شده است.

- اقدامات پیشگیری آسان یا ساده: تثبیت تجهیزات، که بسیار مقرون به صرفه می باشد.

* از آنجائیکه تاثیر خسارت به ایستگاه های بزرگ پمپ در سیستم آبرسانی بسیار حائز اهمیت و گسترده است، تلمبه خانه های بزرگ ومهم باید بر اساس اولویت، مقاوم سازی شوند.

* مقاوم سازی مخازن باید جداگانه انجام شود، واز تاسیسات قدیمی شروع گردد. از آنجائیکه ممکن است مخازن از مقاومت لرزشی بالایی برخوردار باشند، بررسی خاک پیرامون دیوارها و کنترل نقشه های حین ساخت، خصوصا ترتیب قرار گرفتن میلگردها، باید قبل از انجام مقاوم سازی مد نظر قرار گیرند.

* پایدار نمودن صخره یا شیب بسیار مهم است و از اولویت بالا برخوردار است. با این حال داده مربوط به شیب در دسترس نیست. در آینده بررسی زمین شناسی باید انجام شود.

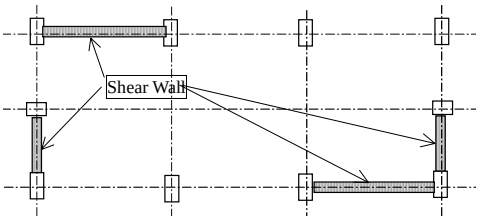
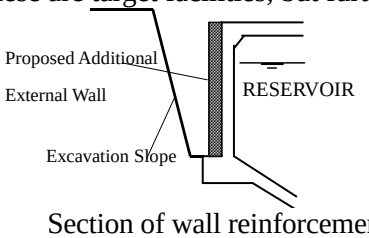
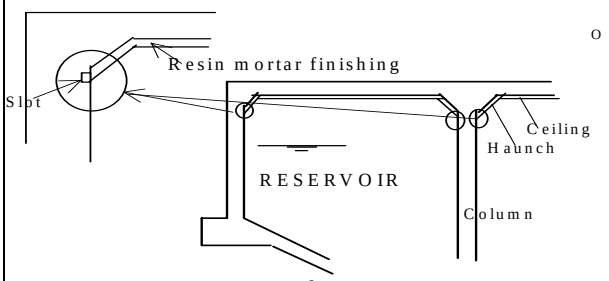
(4) پیشنهاد اقدامات پیشگیری و فعالیت آینده

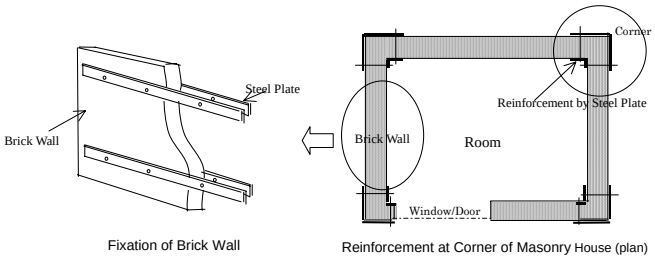
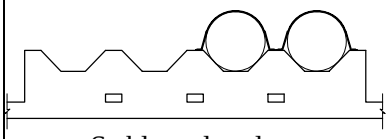
اقدامات پیشگیری مطابق با خطرات در جدول 5-3-6 در گزارش اصلی خلاصه شده اند، و به طبقه بندی نقشه پیاده سازی، نقشه آینده، امور معلق شده و اقدامات غیرکاربردی می پردازد. جدول 1-3-6 در زیر به خلاصه اقداماتی پرداخته است که باید اجرا شود.

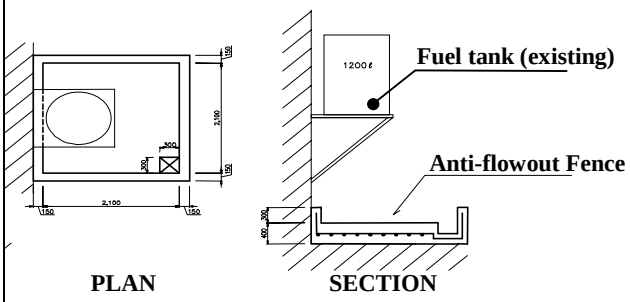
جدول 1-3-6 چارت کنترل خطر (فهرست بازبینی اقدامات)

Table 6.3.1 Risk Control Chart (check sheet of measures)

Risk	Check of the Countermeasures
S-1 Risk on Ground conditions	
S-1-1-1 Fault shifts causes great damage to structures and subsequently accidents resulting in injury or death	S-1-1-1-b Back up by other function Reservoir No.11, 14, 20, 26, 75, 77, 82, Chlorine house, chemical house and Pulsator at WTP No.5, Pulsator and Filter at WTP No.4, Reservoir No.71,95,97 at WTP No.3&4
S-1-1-4 A cliff collapses and damages the building.	S-1-1-4-f Construction of defensive wall on building Bileghan Shelter

S-2 Risk on Structural members	
S-2-1-1 Column collapses, and beam and roof deform or fall.	S-2-1-1-b Frame reinforcement by RC shear wall Generator house at WTP No.1, Generator house at WTP No.2, Pumping houses No.1, 2, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 24, 36,40, 52, 57, 58, 73, 27, 28, 38  Arrangement of shear wall
S-2-1-2 Crack occurs at the tank, causes water leakage and water is contaminated.	S-2-1-2-a Reinforcement of partial member Pulsator on WTP No.2 Oldest Reservoir No.1, 2, 3, 4, 5, 6 Old Reservoir No.9, 10, 11, 13, 15, 16, 20, 23, 25, 29, 30, 32 (These are target facilities, but further soil survey is required)  Section of wall reinforcement
S-2-1-3 When whole structure deforms, a deformation becomes the maximum by Expansion Joint, so water stop is cut and water leaks.	S-2-1-3-b Abolishment of the effectiveness of Expansion Joint and unification of a part of structure Filer at WTP No.4
S-2-2-1 As the structure is complicated, when structural model is not optimal, the inestimable force acts, which causes the increase of load on some members, and deformation.	S-2-2-1-b Fixation of Breezeway WTP No.4 chemical house
S-2-3-1 When there is large degradation which the bar has exposed, as the structural function is lost and earthquake resistance cannot be expected, buckling, deformation, crack, leakage of water, etc. occur.	S-2-3-1-a Repair (Refurbishment) Reservoir No.6, 66  Section of Repair

S-3 Risk on Non-structural members	
S-3-1-1 The trough of Pulsator gets separated or breaks down and water quality deteriorates.	S-3-1-1-b Stopper Pulsator's trough in WTP No.2 is reinforced together with the wall
S-3-2-1 The brick wall collapses and causes an accident resulting in injury or death, or equipment is damaged.	S-3-2-1-a Reinforcement of brick wall Building of WTP, Pump House and Emergency Post  Reinforcement of brick wall
S-3-3-1 Windowpane breaks because of caulking material degradation which can cause an accident resulting in injury or death.	S-3-3-1-a Replacement with the degraded window and frame. (common countermeasure)
	S-3-3-1-b Shatter-resistant film should be pasted on windowpane (common countermeasure)
S-3-3 –2 Broken door prevents a man to escape	S-3-3 –2-a Replacement with the degraded door and frame. (common countermeasure)
S-3-4-1 The outer Marble Veneer falls, which causes an accident resulting in injury or death.	S-3-4 -1-a Fixation with anchor bolt The outer Marble Veneer of chlorine house of WTP No.5
S-3-7-1 A man may fall over handrail resulting in injury or death.	S-2-7-1-a Fixation of handrail post (common countermeasure)
	S-2-7-1-b Replacement of the high handrail (common countermeasure)
E-1 Risk on Main Equipments	
E-1-1-1 Overturn of surge tank leads to failure of pumping.	E-1-1-1-a Fixation with foundation bolt
	E-1-1-1-b Installation of additional support Pump station No.2, 22, 96 Before and after of measure
E-1-1-2 Gas leakage from chlorine cylinder causes an accident resulting in injury or death.	E-1-1-2-a Installation of stable pedestal Bileghan, WTP No.1 to No.3, and Stations No. 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 40, 52, 56, 57, 58, 65, 68, 73, 114  Stable pedestal
	E-1-1-2-b Installation of neutralization equipment and emergency shutoff valve Bileghan Intake, WTP No.1 to 5, Stations No.52, 73, 4, 5, 7, 13, 19, 21, 31, 36, 40, 65, 66, 68, 69, 89, Southern Tarasht, Said Abad

E-1-1-3 Overturn or sideslip of transformer causes failure of the water supply and fire.	E-1-1-3-a Fixation with foundation bolt in addition to stopper All transformers
E-1-1-4 Overturn of electrical panel causes operating failure of the water supply.	E-1-1-4-a Fixation with foundation bolt pump station No.8, 12, 13, 27, 28, 32, 34, 36, 37, 38, 43, 59, 65, 66, 68, 69, 71, 72, 74, 75, 80, 81, 90, 91, 93, 95, 96, 101, 102, 105, Well Pump
	E-1-1-4-b Reinforcing of stage Reinforcement of steel stage at Pump station No.72, would include the countermeasure of fixation of panel.
E-1-2-1 Damage to pipe causes leakage of water, failure of water supply, and failure of emergency water supply.	E-1-2-1-a Installation of flexible pipe WTP No.1 to No.5, Bileghan Intake
	E-1-2-1-b Installation of emergency shut-off valve at outlet of reservoir All Reservoir (Section 6.1)
E-1-2-3 Leakage of fuel for emergency generator causes secondary disaster like fire	E-1-2-3-a Construction of anti-flowout fence Generator in Bileghan Intake GeneratorWTP No.1 to No.5  Anti-flowout fence
E-1-2-4 Toppling of electric post causes power failure.	E-1-2-4-a Installation of stay. Reservoir No.22
E-1-3-1 (Blackout) Failure of water supply, or deterioration of water quality	E-1-3-1-b Duplicate Incoming Cable Pump Station No.16, 52, 68, 114
E-2 Risk on Sub Equipments	
E-2-1-1 Overturn or sideslip of battery causes failure in operation of radio equipment, monitoring equipment, display lamp of electrical panel , and operation of circuit breaker	E-2-1-1-a Fixation with foundation bolt WTP No.1 to No.5 Pump Stations No.1, 2, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 40, 52, 56, 57, 58, 65, 68, 73, 114
E-2-2-1 Overturn of UPS causes operating failure of monitoring equipment until emergency generator starts when blackout takes place.	E-2-2-1-a Fixation with foundation bolt WTP No.1 to No.5
P-1 Risk on Connecting piping	
P-1-1-1 Piping gets separated from the tank which leads to water leakage, so emergency water supply becomes impossible.	P-1-1-1-a Installation of flexible joint (at least one line) Section 6.2
	P-1-1-1-b Installation of back-up pipe with flexible joint Section 6.2

6-4 تاسیسات و اقدامات لازم جهت پایگاههای تامین آب اضطراری

6-4-1 انتخاب روش آبرسانی اضطراری

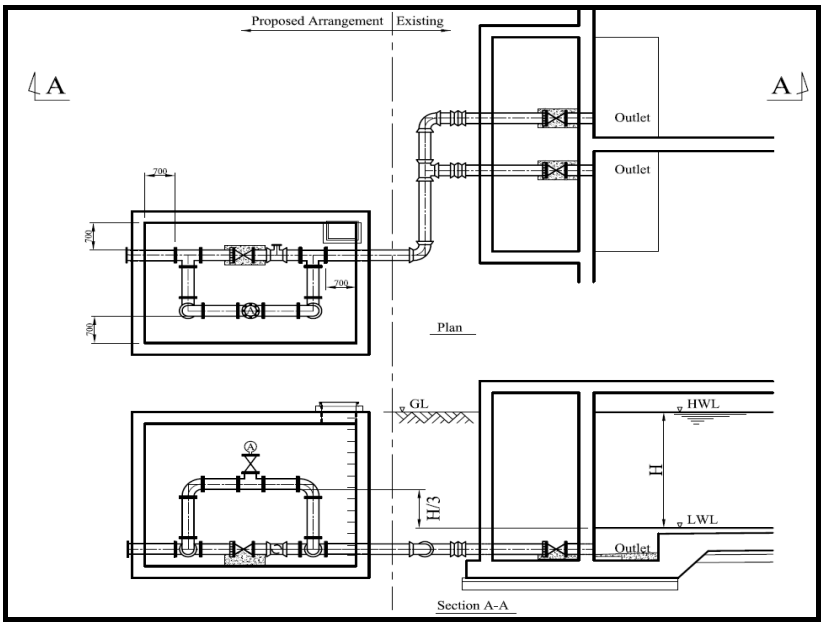
از تاسیسات موجود باید حتی الامکان بصورت منابع آبرسانی اضطراری استفاده نمود تا بتوان در سرمایه گذاری صرفه جویی کرد. بنابراین مکانهای زیر بعنوان پایگاههای تامین آب اضطراری فهرست شده اند.

* مخازن موجود
* لوله های انتقال موجود که مرتبط به مخازن موجود می باشند
* چاههای عمیق موجود

اولین و دومین مورد، از اولویت بالایی برخوردارند، چرا که آب تصفیه شده و مطمئن سطحی را با اتخاذ تدابیر ساده می توان استفاده کرد. زمانی از آب زیرزمینی استفاده می شود که ناحیه مورد نظر تحت پوشش دو مورد اول نباشد. زمانی که هرسه این موارد در دسترس نباشند، تانکرهای آب و تانک تامین کننده آب اضطراری، مورد استفاده قرار خواهند گرفت. این موارد را می توان بنا به کاربرد عملی که دارند باز هم بیشتر تقسیم بندی کرد. اقدامات زیر بعنوان روش های تامین اضطراری آب انتخاب شده اند و ترتیب فهرست شدن آنها در ذیل، نشان دهنده اولویت کاربرد آنها می باشد:

* تامین آب از مخازن موجود از طریق نصب یک سیفون در لوله خروجی
* تامین آب از مخازن موجود با نصب شیر قطع اضطراری
* تامین آب ازلوله اصلی انتقال ثقلی واقع در انقلاب ولوله اصلی کمربندی جنوب
* تامین آب از چاه عمیق که در تملک شرکت آب و فاضلاب تهران و/ یا پارکها می باشد
* تامین آب بوسیله تانکر برای جبران کمبود آب در ناحیه ای که تحت پوشش مخازن یا چاههای موجود نمی باشد
* تامین آب بوسیله تانک آب اضطراری برای جبران در ناحیه ای که نمی توان با تانکر به آن دسترسی داشت، یا برخی چاهها که آب آنها از کیفیت خوبی برای آشامیدن برخوردار نیست

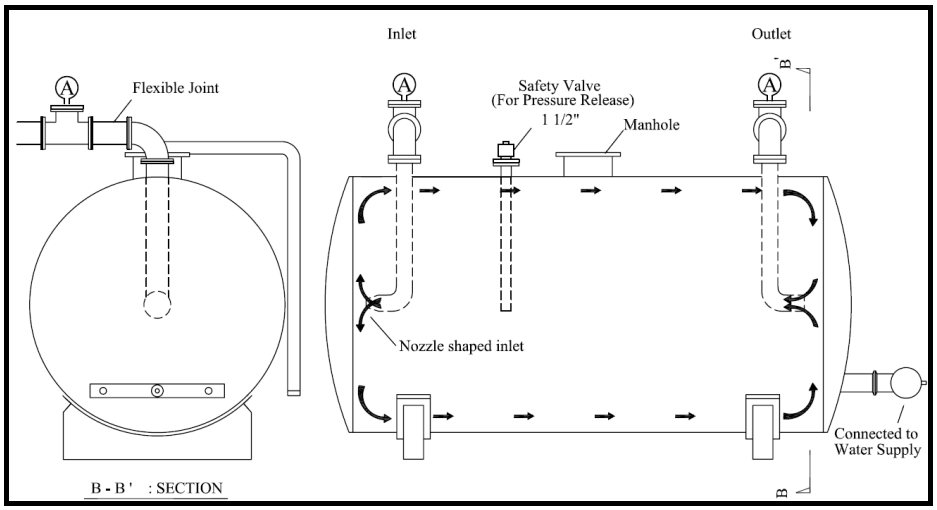
شکل 1-4-6 روش اولین اولویت را نشان می دهد، که از تجهیزات گرانقیمتی استفاده نمی کند و در اصل توسط تیم مطالعه پیشنهاد شده است.



شکل 1-4-6 ترتیب قرار گرفتن سیفون در خروجی مخزن موجود

درمیان اقدامات، ضروری است که چاههای عمیق برای استفاده پس از زلزله، مجهز به تجهیزات کلرزنی و ژنراتور گردند. تانکهای اضطراری آب، توسط شرکت آب و فاضلاب تست شده اند. در حالیکه ظرفیت تانک 10 مترمکعب یا 20 مترمکعب می باشد، ظرفیت کم آن برای مقاصد آشامیدن در نواحی که کیفیت آب بد است و در مکانهای مهم، مفید است.

شکل 2-4-6 تانکهای اضطراری آب را با اصلاحات پیشنهادی نشان می دهد.



شکل 2-4-6 تانکهای اضطراری آب

2-4-6 تخصیص پایگاه تامین اضطراری آب

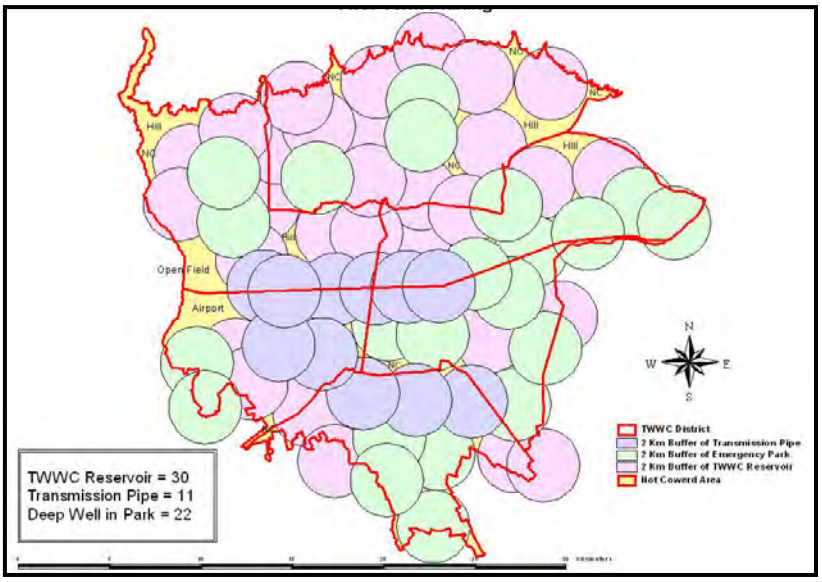
در این مطالعه، محل پایگاههای تامین اضطراری آب باید مشخص گردند، تا با در نظر گرفتن ویژگی سراشیب اینجا، هرشخصی بتواند بعد از زلزله پس از طی مسافت 1 کیلومتر، به آب دسترس داشته باشد. در ابتدا،پایگاههای تامین اضطراری آب باید بگونه ای تخصیص داده شوند که در برنامه ریزی کوتاه مدت، مردم بتوانند بعد از طی مسافت 2 کیلومتر به پایگاه آب دسترسی داشته باشند. سپس، پایگاههای اضافی دیگری باید کم کم تخصیص داده شوند تا ماکزیمم فاصله دسترسی به پایگاهها به 1 کیلومتر در برنامه ریزی متوسط و بلند مدت تقلیل یابد.

جدول زیر طرحی است از تعداد پایگاههایی که برای تامین آب اضطراری باید اختصاص داده شوند.

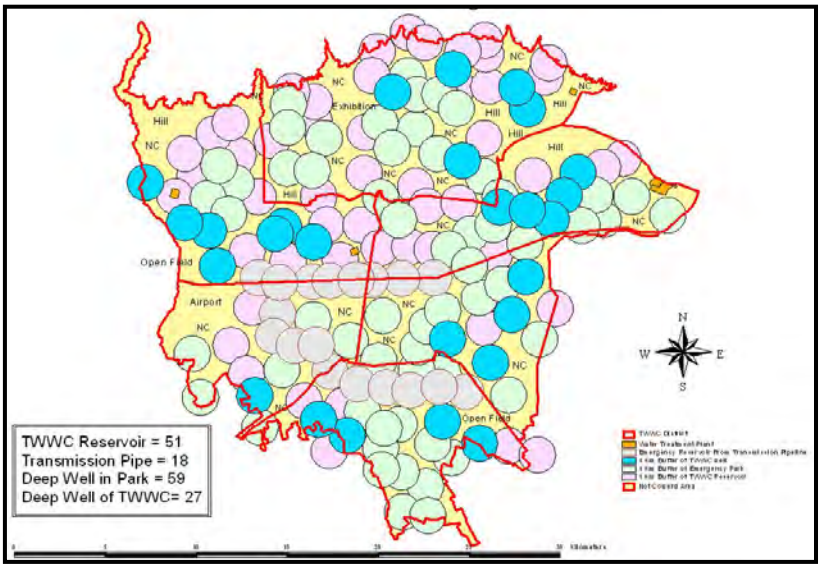
جدول 2-4-6 تعداد مورد نیاز پایگاههای تامین اضطراری از نظر نوع و مرحله برنامه ریزی

	Type of supply points	***Number***		
		Short-term	***Mid & long-term***	***Total***
1	Existing reservoir (Outlet arrangement)	30	18	48
2	Existing reservoir (Emergency shut-off valve)	0	3	3
3	Gravity transmission (Southern Ring Main & Enqelab St.)	11	7	18
4	Deep well (owned by TWWC)	0	27	27
5	Deep well (in Park)	22	37	59
6	Emergency water tank	32	169	201

شکل 3-4-6 مکان های تانکهای تامین اضطراری آب را در مسافت 2 کیلومتری نشان می دهد و شکل 4-4-6 این مکانها را در فاصله 1 کیلومتری نشان می دهد. در برنامه ریزی کوتاه مدت، اقدامات آسان و کم هزینه انتخاب شده اند.



شکل 3-4- 6 نقاط تامین آب اضطراری در فاصله 2 کیلومتری



شکل 4-4-6 نقاط تامین اضطراری آب در فاصله 1 کیلومتری

بعلاوه، این مطالعه توصیه هایی در رابطه با اولویت بندی ترتیب ساخت پایگاههای تامین اضطراری آب، در برنامه ریزی کوتاه مدت نیز ارائه می نماید. در مسیر تعیین اولویت، به اقلام زیر باید توجه نمود:

* درناحیه ای که تعداد جمعیتی که دچار قطعی آب می شوند، بیشتر است.
* در ناحیه ای که تخریب خانه ها، شدیدتر است.
* ناحیه ای که قطعی برق در آنجا، طولانی تر خواهد بود.
* ناحیه ای که در آنجا به علت نبودن فضای کافی در جاده، امکان دسترسی به تانکر غیرممکن باشد.

S7 ایجا د پیش نویس طرح اضطراری

برای ایجاد آمادگی در جهت مقابله با فاجعه، طرح اضطراری مورد نیاز می باشد- یعنی برای تسهیل بازسازی سریع سیستم آبرسانی، و برای تامین آب آشامیدنی بلافاصله پس از زلزله، برای مصرف کنندگان. اتخاذ اقدامات کافی دربرابر زلزله که برقرار کننده توازن بین مقاوم سازی تاسیسات و اقدامات اضطراری باشد، حائز اهمیت می باشد.

7-1 جمعیتی که دچار قطعی آب هستند و زمان بازسازی

با زسازی، شبیه سازی شد تا تاثیر اقدامات ضد زلزله متعددی بر پایه شاخص جمعیتی که دچار قطعی آب هستند، بررسی شود و به این ترتیب سطح تاثیرات مشخص گردد.

7-1-1 تعریف برآورد جمعیتی که دچار قطعی آب می شوند و زمان بازسازی

(1) پیش شرط شبیه سازی بازسازی

لازم است تاثیر کمی زلزله بر روی ساکنین درک شود. جدول 1-1-7 پیش شرط مربوط به شبیه سازی بازسازی را نشان می دهد.

جدول 1-1-7 پیش شرط شبیه سازی بازسازی اضطراری

Item	Content considered by restoration simulation		Content that can be considered outside of restoration simulation
	Before measures	After measures	
a) Power plant	Off the subject	Off the subject	The power plant stops for about one week because of the influence due to the earthquake.
b) Installation of disaster headquarters	For about one week immediately after the earthquake(Period that requires it to establish the first moving system)	For about three days immediately after the earthquake(Because the first moving system is maintained, the period is shortened.)	
c) Well	It is possible to use it.	It is possible to use it.	
d) Raw water transmission main	Off the subject	Off the subject	Water treatment plant in the down-stream stops for a certain period.
e) Water treatment plant	Off the subject	Off the subject	The targeted Water treatment plant stops for a certain period.
f) Transmission main	In each water supply system, reserv-oir in the downstream of the damage part is assumed to be interrupted the water supply.	It is thought that an earthquake-proof pipe doesn't cause damage.	
g) Distribution trunk main	Every the reservoir zone and distri-bution trunk main damage rate are assumed.	It is thought that an earthquake-proof pipe doesn't cause damage.	
h) Distribution sub main Serivce connection	Every the reservoir zone and distri-bution sub main damage rate are assumed.	It is thought that an earthquake-proof pipe doesn't cause damage.	

زلزله سناریوی شمال تهران که مسبب جدی تری خسارات خواهد بود، شبیه سازی شد.

(2) محاسبه روند شبیه سازی بازسازی

نمودار جریان محاسبه روند شبیه سازی بازسازی در شکل 4-1-7 در گزارش اصلی نشان داده شده است، اما روش شبیه سازی در اینجا تشریح خواهد شد.

الف) تعیین جمعیت هر یک از بخش های مربوط به مخازن

جمعیت 6،938،734 نفر جمعیت تهران در سال 2005 (اطلاعات مربوط به داده های آماری ایران، مناطق 21-22 شامل نمی شوند) برای تحلیل، به هر یک از بخشهای مربوط به هر مخزن اختصاص داده شد.

ب) برقراری سیستم شبکه ای لوله های اصلی انتقال

وضعیت ماکزیمم آبرسانی روزانه (مورخ 19 جولای 2005) برای سیستم پایه استفاده شد.

ج) برقراری سیستم برای تلاشهای بازیابی

سازماندهی برای کارهای تعمیر لوله، طبق جدول 2-1-7 ومبتنی بر نتایج بدست آمده از صحبت با شرکت آب و فاضلاب تهران تنظیم شد. اطلاعات دریافت شده، این حقیقت را آشکار ساخت که لوله های اصلی انتقال توسط دفتر کل شرکت آب و فاضلاب تهران تعمیر می شود و دفاتر مناطق آب، مسئول لوله های اصلی توزیع، لوله های فرعی توزیع، و انشعابات منازل می باشند.

جدول 2-1-7 سازماندهی به کارهای تعمیر لوله

Type of pipe	Manager	Number	Grounds
Transmission main	TWWC head office	3 teams	System of recovery of transmission main One team is composed of 12 persons
Distribution trunk-main	Water Districts	18 teams	6districts×3 post One team is composed of 12 persons
Distribution Sub-main	Water Districts	54 teams	6 districts×3 post×3team One team is composed of 12 persons
Service connection	Water Districts	108 groups	6 districts×3 post×3team×2group One team is composed of 3-4 persons

د) محاسبه روند بازسازی

مفهوم اصلی شبیه سازی بازسازی در زیر تشریح شده است.

ایده اصلی شبیه سازی بازسازی

- زمان لازم برا ی صدا زدن کارکنان، جمع آوری اطلاعات مربوط به خسارات و سازماندهی بازسازی "قبل از اقدامات مقابله"، یک هفته فرض می شود. به سه روز کاهش می یابد "پس ازاقدامات مقابله"، همچون تهیه دفترچه راهنما و بهبود درخواستهای کارکنان.

- گروه بازسازی لوله، هر سیستم شبکه اصلی انتقال را به میزان تعداد خسارتها توزیع می کند.

- چنین درنظرگرفته می شود که تعمیرات از بالادست به پائین دست انجام شود (یعنی، لوله های اصلی انتقال- لوله های اصلی توزیع- لوله های فرعی توزیع- انشعابات منازل). چنین فرض می شود ه دو گروه نمی توانند در یک زمان بر روی یک خط لوله کار کنند چراکه کار بازسازی خط انتقال و خط اصلی توزیع باید از بالادست به پائین دست انجام شود.

- زمان بازسازی و تعمیر لوله در یک مکان، دو برابر زمان بازسازی معمول درنظر گرفته شده است؛ بنابه شنیده هایی که از آبفا دریافت شده است، به این معنی که با در نظر داشتن مشکلات ترافیکی پس از زلزله بعلت فروریخت ساختمانها، مختل شدن جاده ها و سایر موارد.

جدول 3-1-7 مدت زمان لازم برای بازسازی لوله ها

Type of pipe	Diameter of pipe	Required period for restoration
Transmission main	X≧ ϕ 600mm	0.33 Part/day/team
	ϕ 600mm＞X≧ ϕ 300mm	0.5 Part/day/team
Distribution trunk main	X≧ ϕ 300mm	0.5 Part/day/team
Distribution Sub main	X＜ ϕ 300mm	1.0 Part/day/team
Service connection		2.0 Part/day/team

ذ) محاسبه جمعیتی که دچار قطعی آب می شوند

جمعیتی که دچار قطعی آب می شوند، از روی "جمعیت هر بخش مخزن" و "میزان خسات لوله ها" محاسبه می شوند. ایده اصلی در محاسبه در زیر شرح داده شده است.

ایده اصلی برای محاسبه جمعیتی که دچار قطع آب می شوند

- جمعیتی که دچار قطعی آب می شوند را براساس میزان خسارت به لوله های اصلی انتقال، لوله های اصلی توزیع، لوله های فرعی توزیع، و انشعابات منازل محاسبه می کنند.

- خسارت به نیروگاه، لوله های اصلی انتقال آب خام، تصفیه خانه های آب، مخازن، و تلمبه خانه ها در شبیه سازی بازسازی لحاظ نشده اند.

- وقتی لوله اصلی انتقال آسیب ببیند، چنین فرض می شود که آبرسانی به تمامی بخشهای مخازن پائین دست قطع شده است.

- وقتی لوله های اصلی انتقال آسیب ندیده اند، میزان خسارت در هر بخش مخزن با استفاده از میزان خسارت در لوله های اصلی توزیع و میزان خسارت در لوله های فرعی توزیع محاسبه می شود.

- میزان آبرسانی در بخشی که دچار قطعی آب است

(میزان خسارت در لوله های فرعی توزیع – 1) * (میزان خسارت در لوله های اصلی توزیع – 1) – 1 =

جمعیتی که دچار قطعی آب شده اند در هر بخش مخزن

= جمعیت هر بخش مخزن * میزان آبرسانی به بخشی که دچار قطعی آب است

7-1-2 نتایج آنالیز

(1) مطالعه موردی

برای اینکه به دوره یک ماهه بازسازی که هدف مطلوب است دست پیدا کنیم، بوسیله شبیه سازی کردن بازسازی، اقدامات مناسب که تصور می شد توازن بین مقاوم سازی و اقدامات اضطراری را برقرار نمایند، مورد معاینه قرار گرفتند. شرایط شبیه سازی برای هر مورد که به صورت موردی مطالعه شد، در جدول 4-2-7 خلاصه شده است.

جدول 4-1-7 شرایط شبیه سازی در هر مورد

CASE-1	Without Any Countermeasures
CASE-2	When transmission main is earthquake-proof
CASE-3	When transmission main is earthquake-proof and the number of restoration team is increased.
CASE-4	When transmission mains are earthquake-proof and active fault measures are adopted in distribution trunk mains
CASE-5	When transmission mains are earthquake-proof and active fault measures are adopted in distribution trunk mains and distribution sub mains.

(2) جمعیتی که دچار قطعی آب می شوند و زمان مورد نیاز برای بازسازی

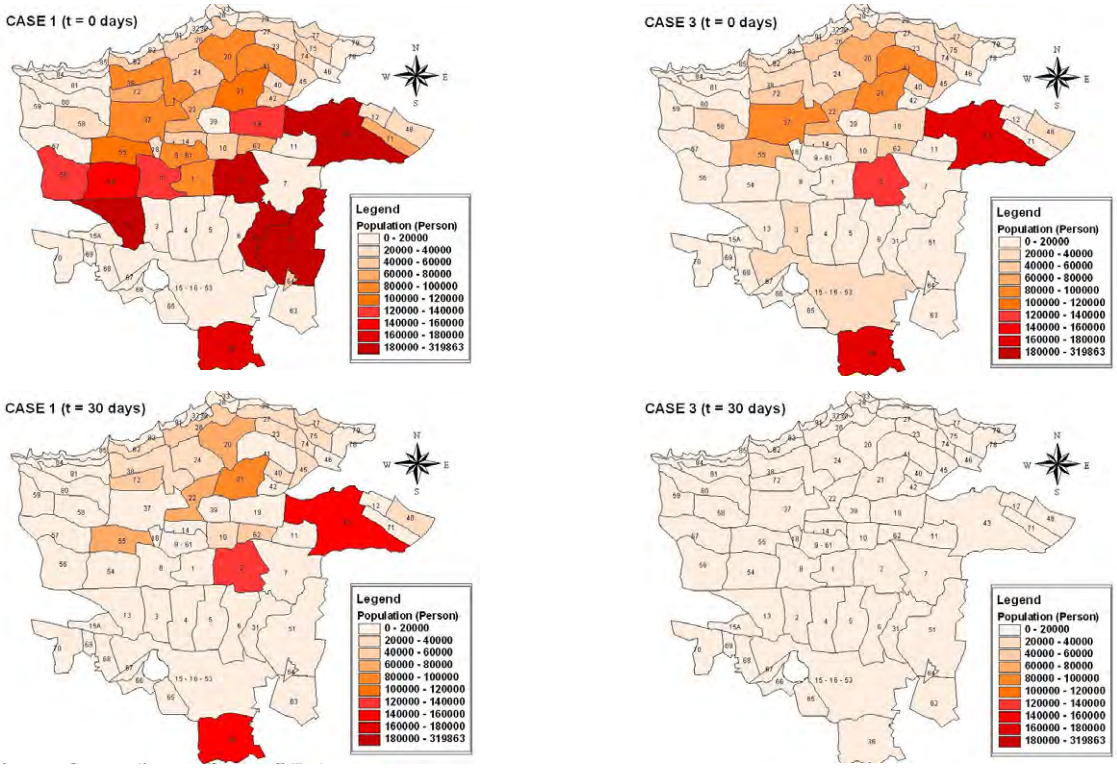
جمعیتی که دچار قطعی آب می شوند و زمان لازم (تعداد روز) برای بازسازی در هر مورد مطالعه شده، در جدول 5-1-7 نشان داده شده است.

جدول 7-1-5 جمعیتی که دچار قطعی آب می شوند و تعداد روزهای لازم برای بازسازی

No	the water supply interrupted population			required days for restoration
	Initial (1000 person)	Initial rate (%)	total (1000 person)	(day)
CASE-1	3,995	57.6	125,770	82
CASE-2	1,739	25.0	64,483	73
CASE-3	1,739	25.0	29,728	30
CASE-4	1,640	23.6	48,382	65
CASE-5	1,591	22.9	45,015	60

※Initial rate＝initial water supply interrupted population ÷6,938,734 people（Information of Iran Statistics data）×100

در شکل تغییر وضعیت جمعیتی که دچار قطعی آب می شوند در هر بخش مخزن در شکل 7-1-1 (مورد 1 و مورد 3) نشان داده شده است.



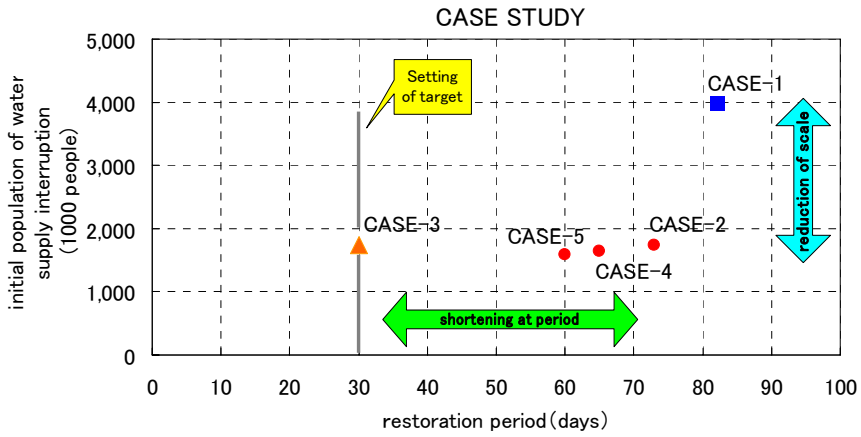
جدول 7-1-1 جمعیتی که دچار قطعی آب می شوند (t=30 و t=0)

7-1-3 تحلیل تاثیر اقدامات ضد زلزله

شکل 7-1-3 ، جمعیتی را که دچار قطعی آب شده اند و زمان بازسازی در هر مورد را نشان می دهد. تفاوت جمعیت اولیه

در مورد 1 و مورد 2 تا مورد 5 عمدتا مربوط به تاثیرات بازسازی لوله های اصلی انتقال می شود. تفاوت زمان بازسازی درمورد 2 و مورد 3 مربوط به تاثیر افزایش گروه های بازسازی اضطراری می شود.

در مورد 3، زمان بازسازی یک ماه، که هدف می باشد، قابل تحقق است.



جدول 3-1-7 جمعیتی که دچار قطعی آب می شوند و زمان بازسازی درهر مورد

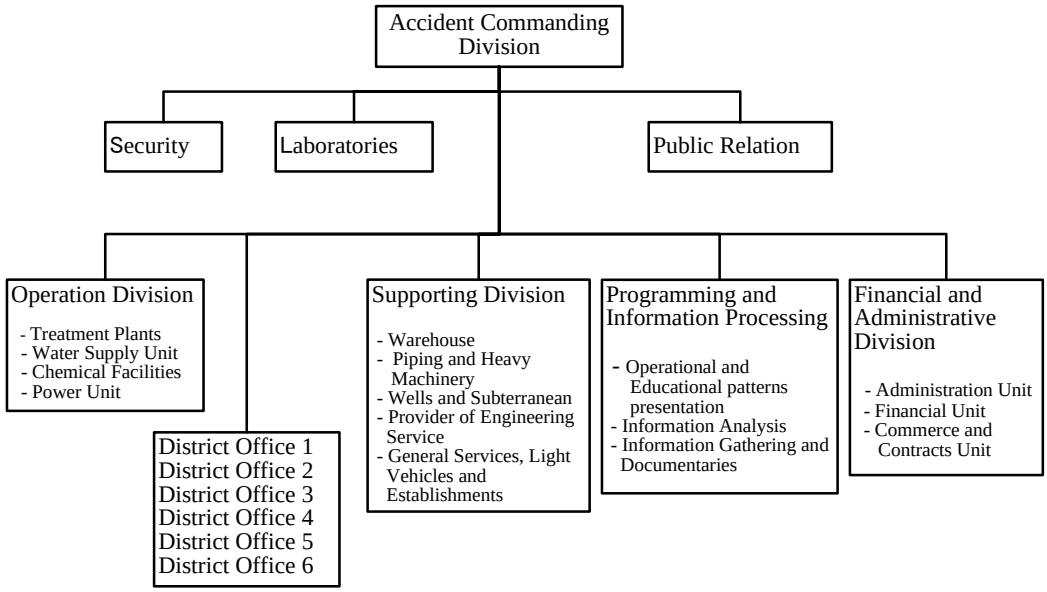
نتایج مورد- 2، مورد- 4، و مورد- 5 نشان می دهند که تنها از طریق مقاوم سازی لوله ها، هدف مورد نظر تحقق نخواهد یافت. لازم است، مقاوم سازی لوله های اصلی انتقال و افزایش گروههای بازسازی، درست مثل مورد-3، برای رسیدن به هدف لحاظ شوند. ضروری است اولویت و توازن "میزان کار مقاوم سازی در تاسیسات" و " تعداد گروههای بازیابی" در ملاحظات بودجه ای، مورد بررسی قرار گیرد.

فقط خسارت در خطوط لوله، شبیه سازی شده است. زمانی که خسارت به نیروگاه و لوله های آب خام، تصفیه خانه های آب و بالادست آنها مورد نظر می باشند، زمان بازسازی مربوط به هریک و جمعیت دچار قطعی آب مربوطه را، باید به نتایج شبیه سازی فوق اضافه نمود.

7-2 اقدامات پیشگیری معمول در تامین آب اضطراری و بازسازی

(1) سازماندهی و فعالیتهای اولیه در زمینه اقدامات پیشگیری

شرکت آب و فاضلاب شهر تهران یک چارت سازمانی برای مدیریت بحران تهیه نموده است و شرح وظایف مسئولین هر دایره را معلوم کرده است. بر اساس مطالب فوق، ساختار مدیریت بحران در شکل 1-2-7 به صورت خلاصه نشان داده شده است.



شکل 1-2-7 ساختار مدیریت بحران در شرکت آب و فاضلاب شهر تهران

ضروری است که وظایف هر دایره مشخص گردد و تمامی کارکنان از قبل وظایف خود را بخوبی درک نمایند. دایره فرماندهی حادثه باید بی درنگ پس از وقوع زلزله برای شروع کنترل فعالیتهای اضطراری تشکیل شود. اقلام عمده در فعالیتهای اولیه در زیر فهرست شده اند.

* تشکیل ساختاری بنام مدیریت بحران
* جمع آوری اطلاعات و کنترل سطح خسارت در سیستم آبرسانی
* ارتباط / هماهنگی با سازمانهای مربوط
* تقاضای کمک از سازمانها یا شرکت های خصوصی
* شروع آبرسانی اضطراری
* تهیه طرح بازسازی با تصمیم گیری در باره اولویتها و شروع عملیات نشت یابی و کار تعمیرات

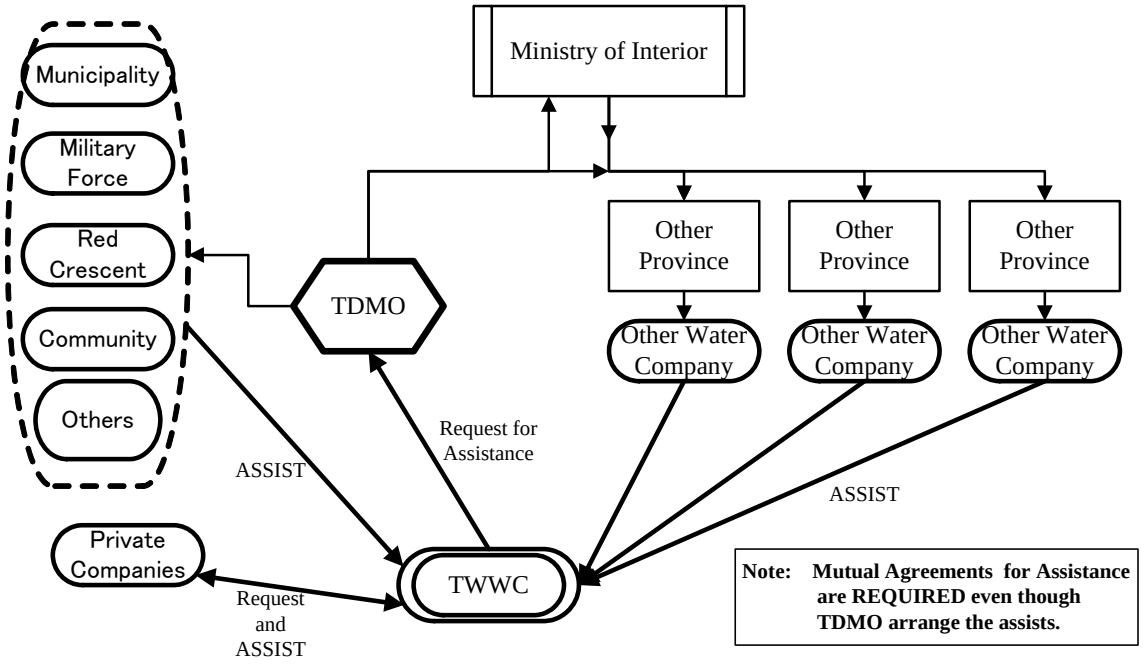
اعزام سریع کارکنان یک امر مسلم در تحقق فعالیتهای اضطراری فوری می باشد. از شرکت آب و فاضلاب شهر تهران درخواست می شود که مقررات لازم برای جمع شدن کارکنان مانند اجباری بودن حضور کارکنان، محل اجتماع، فهرست کارکنان در هر مکان و یادداشتها، تهیه نماید. روش های زیر برای تسریع در اعزام کارکنان توصیه می شود.

* تهیه و اجاره خانه برای کارکنانی که در امر بازسازی نقش کلیدی دارند، در همان منطقه آب. این کارکنان کلیدی باید اهتمام به کارهای اولیه ضروری بنمایند.
* تغییر وظایف کارکنان تعمیرات به نحوی که موظف به کار در نزدیکترین منطقه آب به محل سکونتشان گردند.
* تامین موتورسیکلت برای کارکنان کلیدی به جهت سرعت بیشتر در تردد بعد از زلزله. این کارکنان کلیدی باید بوسیله موتورسیکلت به محل حادثه رفته اطلاعات جمع آوری نموده به فرد مافوق خود گزارش دهند.

مانورهای دوره ای برای بهبود مهارتها ی کارکنان و هشیار بودن ایشان توصیه می شود.

(2) کمک از سازمان های دیگر (ارتباط با سازمان های دیگر)

شکل 2-2-7 روش های تماس برای درخواست کمک به شرکت آب و فاضلاب شهر تهران را از سازمان های دیگر نشان می دهد.



شکل 2-2-7 کمک از سازمان های دیگر

سازمان مدیریت بلایای طبیعی (TDMO)، مسئول هماهنگی سازمانهای مهمی همچون ارتش، هلال احمر، سازمان آتش-

نشانی، پلیس، شرکت برق، و شرکت آب و فاضلاب شهر تهران، پس از زلزله می باشد. در حالیکه سازمان مدیریت بحران شهر تهران مسئول هماهنگی و گرفتن کمک از شرکت های آب سایر استان ها می باشد، لازم است شرکت آب و فاضلاب شهر تهران با آنها مذاکره نموده و به موافقت مشترک برسند. این مذاکرات باید شامل این نکات باشد: تعداد تیمهای کمک، اجناس و تجهیزات در دسترس، مدت کمک، و به عهده گرفتن مخارج. مهم است که به صورت دوره ای برای مرور موافقتنامه و تبادل اطلاعات در زمینه فعالیتهای مهمی همچون بهبود اجناس انبار شده، نقشه های خطوط لوله، و کتابچه های راهنما، مذاکرات بعمل آید. بعلاوه ، پس از زلزله، شرکت های خصوصی کمک بزرگی خواهند بود. لازم است مذاکراتی با ایشان بعمل آید که این مذاکرات شامل کمکهای زیر باشند:

* تامین لوله و سایر اجناس
* لوله های مورد نیاز در بازسازی اضطراری
* اجاره وسائط نقلیه سنگین بهمراه فرد راهبر
* اجاره تانکرهای آب

لازم است از قبل کتابچه های راهنما تهیه شده باشد تا کمک کنندگان به راحتی و با کیفیت بالا فعالیتهای اضطراری را انجام دهند. تهیه نقشه های عمومی و نقشه های لوله، که پایگاههای اضطراری آبرسانی و تاسیسات مهم را نشان می دهند یک امر حتمی است. باید در مکان های متعدد از آنها نگهداری شود.

(3) تهیه کتابچه راهنما

کتابچه های راهنما باید به توضیح این موارد بپردازند: فعالیتهای اولیه، سازماندهی، سیستم ارتباطی بعد از فاجعه، فهرست

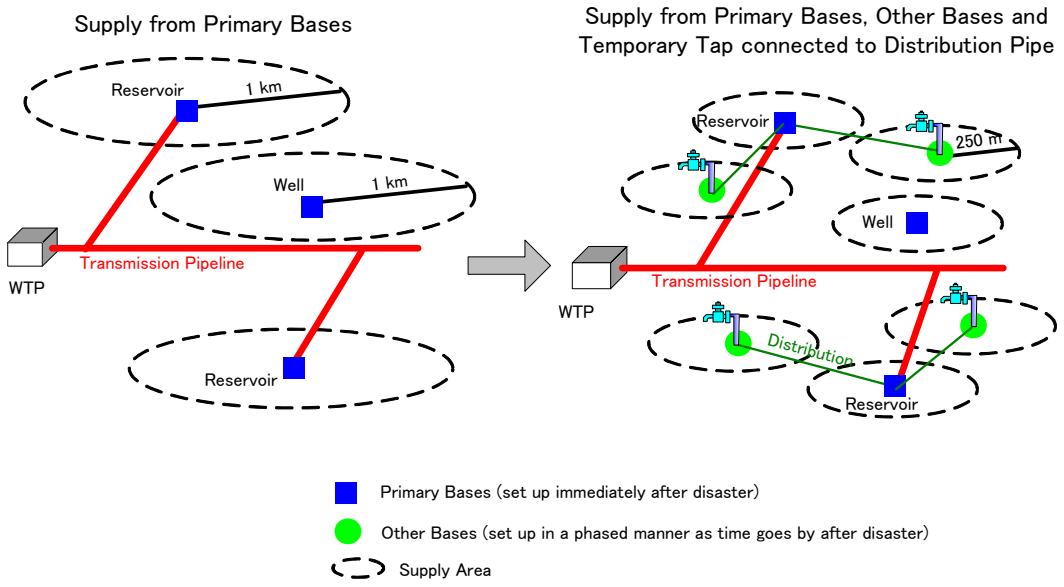
شرکت های آب دیگر و شرکتهای خصوصی با توضیح محتوای کمکی که ارائه می کنند، مسئولیت تیمهای کمک کننده، و سیستم فرماندهی. درک کامل کارکنان شرکت آب و فاضلاب شهر تهران از محتوای کتابچه های راهنما و به روز نمودن دوره ای آنها اهمیت دارد.

(4) سیستم ارتباطی

جمع آوری و تحلیل اطلاعات بمنظور برنامه ریزی فعالیتهای اضطراری باید قطعا صورت بگیرد. لازم است مقرراتی برای ارتباط و تامین سیستمهای متعدد ارتباطی اندیشیده و وضع گردد. پس ازوقوع زلزله، تله متری باید بخوبی و با کفایت عالی مورد بهره برداری قرار بگیرد. همچنین ضروری است که تعداد سیستمهای ارتباطی مختلف مورد بازنگری قرار گیرد: سیستمهایی مثل تلفن و تلفن همراه، سیستم تله متری، سیستم نوع ثابت ارتباط بی سیم، سیستم نوع همراه ارتباط بی سیم، و اینترنت. در حین مطالعات وجوب رفع این نیاز معلوم شد که باید تاسیسات ارتباطی بوسیله پیچهایی تثبیت شوند تا در برابر زلزله مقاوم باشند و ژنراتورها و باطریهای کافی برای سیستم ارتباطی در نظر گرفته شود.

7-3 طرح آبرسانی اضطراری

همانطور که در شکل 7-2-1 می بینید، مخازن موجود و چاههای موجود باید به عنوان پایگاههای تامین آب مورد استفاده قرار بگیرند. تعداد پایگاه ها باید از طریق نصب شیرهای آب اضطراری در خطوط توزیع، افزایش یابد.



شکل 7-3-1 تصویرآبرسانی اضطراری

(1) روش های آبرسانی اضطراری

تهیه طرح آبرسانی اضطراری از قبل، برای اجرای آسان آبرسانی اضطراری شایان اهمیت است. پایگاههای آبرسانی اضطراری به خودروهای عملیات اضطراری مثل تانکرها و آتش نشانی بعلاوه مصرف کنندگان آب می دهند. زمانی که وضعیت ترافیک جاده ها بعد از زلزله ساماندهی شد، تانکرهای آب برای انتقال آب به تانکهای موقت آب و به تاسیسات مهم همچون بیمارستان ها و مکان های اسکان موقت، نقش مهمی را ایفا می کنند. لازم است فهرست شرکت های خصوصی که

هم اکنون فضای سبز را با تانکرهای آب آبیاری می نمایند تهیه شود و سپس مذاکراتی با شهرداری راجع به استفاده از این تانکرها در مواقع اضطراری بعد از زلزله بعمل آید. چون توزیع اضطراری بطریهای آب می تواند برای تکمیل فعالیتهای آبرسانی اضطراری مفید واقع شود، توصیه می شود که استفاده از ماشین بسته بندی آبف به منظور تهیه کیسه های آب در تصفیه خانه ها، راه اندازی شود.

(2) شرح وظایف پیشنهادی برای آبرسانی اضطراری

کاندیدهای اصلی برای کمک در امر آبرسانی اضطراری، شهرداری، سایر شرکت های آب، و داوطلبین هستند. داوطلبین می توانند پس از گذراندن دوره کوتاه تعلیم، در فعالیتهای آبرسانی شرکت کنند، در حالیکه شرکت آب و فاضلاب تهران، سایر شرکت های خصوصی، و سایر شرکت های آب، و نیروهای نظامی، می توانند تانکرهای آب را در اختیار قرار دهند. از آنجائی که بهتر است کارکنان فنی شرکت آب و فاضلاب تهران تلاش در بازسازی اضطراری نمایند، کارکنان دیگر باید وظایف کلیدی در تامین آب اضطراری را بعهده گیرند. بعلاوه، دایره روابط عمومی (PR) ، برای دادن اطلاعات کافی به

مصرف کنندگان، حائز اهمیت می باشد، در حالیکه آزمایشگاهها باید مسئولیت کنترل کیفیت آب، باتوجه به آلودگیهایی احتمالی، بعد از خسارت دیدن تاسیات را عهده دار باشند. همچنین حائز اهمیت است که دایره پشتیبانی، وظیفه انبار کردن اجناس و تجهیزات را به عهده داشته باشد.

(3) آبرسانی اضطراری به تاسیسات مهم

چون زمان طولانی برای تقویت لوله های توزیع تا تاسیسات مهم لازم است، علی رغم اولویت بالایی که دارند، درعوض تقویت از روش های متعدد موجود در جهت تامین آب استفاده می کنیم. مکان های اسکان موقت باید اصولا بعنوان پایگاههای آبرسانی اضطراری انتخاب شوند. آبرسانی به بیمارستان ها در صورت نیاز و عملی بودن باید بوسیله تانکرهای آب انجام شود. همچنین لازم است بیمارستانهای عمومی را درجهت تامین آب مورد نیازشان به پیش بینی اقداماتی مانند تعبیه چاههای عمیق و ژنراتور برای مخازن بزرگ، راهنمایی کرد. آب موجود در مخازن بزرگ می تواند از طریق لوله های توزیع برای مصارف آتش نشانی مورد استفاده قرار گیرد وماشین های آتش نشانی در صورت خسارت به خطوط لوله توزیع، می توانند آب مورد نیاز خود را از پایگاه های تامین آب اضطراری دریافت کنند. همچنین لازم است شرکت آب و فاضلاب تهران در زمینه روش های تامین از جمله استفاده از آب قنات و چاههای زیرزمینی با سازمان آتش نشانی مذارکره نماید و به سازمان مذکور پیشنهاد کند که ژنراتورهایی برای کار پمپ چاهها در زمان قطعی برق تهیه نماید.

7-4 طرح بازسازی اضطراری

تهیه طرح بازسازی اضطراری، خصوصا افزایش کار گروهی و نوسازی کاملا سازمان یافته، برای بازگشت سریع سیستم آبرسانی به وضعیت نرمال، غیر قابل صرف نظر است.

(1) رویه و روشهای بازسازی اضطراری

باید فورا پس از زلزله، اطلاعات مربوط به خسارت برای آمادگی در زمینه بازسازی، جمع آوری شود. مشاهده غیر طبیعی بودن سیستم تله متری یا کنتورهای دیگر، اطلاعات لازم را برای قضاوت اولیه سطح خسارت در اختیار می گذارد، که

برای تصمیم گیری دراتخاذ اقدامات لازم ضروری است. و سپس، کنترل وضعیت لوله در محل ابتدا از لوله های اصلی انتقال تا لوله های اصلی توزیع، که لوله های مهمی هستند، شروع شود و سپس به لوله های فرعی ادامه یابد.

مکانهایی در طول لوله که از نظر آسیب دیدن دارای ریسک بالا هستند باید از قبل فهرست شده برای گشت و بازرسی سریع لحاظ شوند. طرح بازسازی اضطراری باید پس از پیشرفت فعالیتها بازبینی شود. وضعیت خسارات و نتایج بازسازی باید به فورمت موجود درگزارش اصلی ثبت شود و به عنوان داده های لازم برای بازسازی دائمی استفاده شده، در نقشه های آینده لحاظ گردد.

(2) شرح وظایف پیشنهادی برای بازسازی اضطراری

شرح وظایف هر دایره باید تهیه شود و تمامی کارکنان باید آنها را بدرستی و وضوح درک نمایند. از دایره بهره برداری انتظار می رود که طرح بازسازی را تهیه نماید و شش منطقه آب را برای اجرای کارهای بازسازی هماهنگ نماید. دفاتر مناطق و پستهای امداد اضطراری مسئول عملیات بازسازی اضطراری در محل می باشند. دایره پشتیبانی مسئول ذخیره و تامین جنس لوله، ماشین آلات سنگین، ابزار و تجهیزات می باشد. ابزارو تجهیزات کافی باید برای تیمهای بازسازی مخصوصا کمک کنندگان تهیه شود. وقتی لوله ها و اجناس موجود در انبار ودیگر ابزار ناکافی هستند، باید هر چه زودتر آنها را از فروشگاه یا تولیدکنندگان خریداری نمود. این امر اهمیت بسزایی دارد که با شرکت های خصوصی در وضعیت عادی روابط خوب برقرار کرده باشیم.

S8 تهیه برنامه مقاوم سازی در برابر زلزله

8-1 انتخاب اقدامات مقاوم سازی در برابر زلزله

برنامه مقاوم سازی در برابر زلزله که هم اکنون به طرح آن می پردازیم، هدف به تحقق رساندن اقدامات مقاوم سازی سیستم آبرسانی در برابر زلزله را دنبال می کند. وقتی اقدامات ضروری مثل تغییر مکان یک تصفیه خانه آب، اعمال می گردد، طرح مقاوم سازی بسیار گران می شود، و این درحالی است که هیچ افزایش درآمدی درفروش آب حاصل نشده است. این اقدامات در طرحی که در اینجا به ایجاد آن می پردازیم، گنجانده نشده است، چرا که در صورت عدم دریافت کمک برای اجرای این طرح، سبب افزایش چشمگیر در تعرفه آب می شود. همچنین پیش بینی پایگاههای تامین آب اضطراری،حائز اهمیت می باشد، که این امر در این برنامه مقاوم سازی در برابر زلزله لحاظ گردیده است.

8-1-1 اقدامات لازم برای تاسیسات بالادست

اقدامات لازم برای لوله های اصلی انتقال آب خام و تصفیه خانه ها در اینجا شرح داده خواهد شد. لوله های اصلی انتقال آب خام، اصولا از محدوده مطالعه خارج هستند. هرچند، این تاسیسات آنقدر در امر رساندن آب به شهر تهران نقش مهم و اساسی دارند که سبب شد در این مطالعه مطرح شوند.

اقدامات اصلی برای لوله های اصلی انتقال آب خام به تصفیه خانه ها، به حداقل رساندن/کاهش تاثیر خسارات طبق آنچه در فصل 5 تحت عنوان هدف گذاری ذکر شد، می باشد. همانگونه که در فصل 4 توضیح داده شد، تاسیساتی که بر روی گسل قرار دارند در اثر زلزله سناریو دچار خسارت می شوند و اقداماتی که برای مقابله با این خسارات اندیشدیده شده اند، نصب خطوط لوله کنارگذر، انتقال آب از تاسیسات دیگر که فعال هستند یا نقل مکان به ناحیه امن در آینده دور- زمانی که عمر مفید آنها به پایان رسیده باشد.

همچنین اقدامات پیشگیرانه برای ارتقای سطح تاسیسات مورد نیاز جهت تامین شرایط مذکور در آئین نامه 2800، که بعنوان ضوابط طراحی در مقابله با زلزله مشخصی با شتاب 350gدرتهران و با دوره بازگشت حدود 100 سال می باشد، پیشنهاد شد. دوره بازگشت بر اساس نقشه نمای شتاب – ایزو مربوط به منطقه تهران- ری تهیه شده توسط اداره آمار زمین شناسی ایران که شتاب لرزه ای را در اطراف بخش شمالی تهران 310gنشان می دهد، 100 سال فرض شده است.

زمان تخمینی طبق آخرین جدول 5-3 ، بیشتر از 100 سال خواهد بود، ولی با توجه به نقشه نمای مذکور، برای زلزله تعریف شده در آئین نامه 2800، دوره بازگشت 100 سال منظور شده است.

همانگونه که در جدول 1-1-8 خلاصه شده است، در مورد وقفه در کار لوله های اصلی آب خام و یک تصفیه خانه که در نتیجه یک زلزله بزرگ سناریو ایجاد شده باشد، اقدامات اساسی که می توان به آن فکر کرد، انتقال آب از تاسیسات فعال دیگر می باشد. این به علت وضعیت پراکندگی تاسیسات و این که چهار سیستم آب سطحی بعلاوه منابع زیاد آب زیرزمینی وجود دارد، می باشد، و این امر که تصفیه خانه های شماره 6 و 7 در آینده ساخته خواهند شد. بعلاوه، شبکه انتقال آب تمیز قبلا ایجاد شده است و آب را می توان بدون مشکل خاصی به منطقه مورد نظر فرستاد.

جدول 1-1-8 اقدامات پیشگیری برای لوله های اصلی انتقال آب خام و تصفیه خانه آب

	System	No.1 (Jalaliyeh)	No.2 (Kan)	No.3&4 (Tehranpars)	No.5 (Panjom)
Water Source	Main Dam	Karaj Dam Tareghan Dam (Sapplemental Source of Karaj Dam)	Karaj Dam	Latiyan Dam	Lar Dam
Raw Water Main	Type and Dimensions	D1,000mm x L73km x 2sets Steel Pipelines	D2,000mm x 67km x 2sets Reinforced Concrete Pipes	D2,700mm x L9km +D3,000 x L20km Tunnel	D3,600mm x 11.3km + d2,000 x L7.2km x 2sets
	Fault Crossing	1 point near Bileghan	8 points between Bileghan and WTP No.2	2 poins between Dam and WTP No.2	
	Scenario Fault	North Tehran Fault	North Tehran Fault	North Tehran/Mosha	North Tehran/Mosha
	Fault Dislocation	40 - 50cm	30 - 40cm	30 - 40cm	
WTP	Capacity	$2.7m^3$/day	$8.0m^3$/day	$8.0m^3$/day	$7.5m^3$/day
	Fault Location	remote from fault	remote from fault	on the fault	on the fault
Fragility of the System	For Scenario Earthquake: Pipes	Damage estimation of raw water mains was not executed, because they are located out of the study area. However, it is considered that raw water mains and raw water tunnels would be damaged by fault dislocation.			
	WTP	Not much damage on whole WTP	Not much damage on whole WTP	WTP would be damaged by fault dislocation	
	For Historical Earthquake: Pipes	Damage estimation of raw water mains was not executed, because they are located out of the study area.			
	Code 2800: WTP	Damages on some parts of facilities and equipment	Damages on some parts of facilities and equipment	Damages on some parts of facilities and equipment	Damages on some parts of facilities and equipment
Possibility of Reinforcement or Mitigation	Coverage by Other WTP or Transmission Main When Interrupted	Water transmission from WTP No.2 and No.3&4 could almost cover WTP No.1 area.	Several zones around WTP No.2 would suffer water shortage, bacause of its capacity and higher elevation	Several zones around WTP No.3 &4 would suffer water shortage, bacause of its large capacity and insufficien transmission capacity of No.5 to	Water transmission from WTP No.3&4 and No.2 could almost cover No.5 area. Because No.3 &4 supplied No.5 area until recent years.
	Possibility of Prior Reinforcement	Not much difficult because of only one fault crossing and moderate pipe diameter	Difficult because of big diameter pipelines and many fault locations	Difficult of reinforcement for both of tunnel and WTP	Difficult of reinforcement for both of tunnel and WTP
	Other Measures for Mitigation	Not necessary	Possibility of transmission of Tareghan water, WTP No.5 and future WTP No.6 water	Large scale water transmission from WTP No.5. Interconnection of No.3 and 4	Interconnection of No.5 and future WTP No.6
Measures to be Adopted for Raw Water Main and WTP	For Scenario Earthquake: Pipes	Necessary to study in detail of reinforcement at fault crossing	Necessary to study above measures especially for minimization or mitigation of damage effects		
	WTP	No measure at present other than coverage by others.	Cover by others and emergency wate supply by tankers.	Cover by others and emergency wate supply by tankers.	No measure at present other than coverage by others.
	For Historical Earthquake: Pipes	Same study as for scenario earthquakes is considered necessary.			
	Code 2800: WTP	Parts or members of facility stuructures and equipment should be reinforced			

در خصوص آئین نامه 2800، نتیجه تحلیل آن است که برخی قسمتها یا عضوهای سازه های تاسیسات یا ساختمانها از ظرفیت تحمل ناکافی برخوردارند و درنتیجه مقاوم سازی آنها لازم است. تجهیزات مکانیکی و الکتریکی وجود دارند که از نظر وضعیت نصب بی ثبات هستند و احتمال ایجاد حادثه ثانوی وجود دارد. اقدامات لازم برای تجهیزات در فصل 6 مطالعه شده است.

8-1-2 اقدامات لازم برای تاسیسات پائین دست

اقداماتی که برای تاسیسات پائین دست از لوله های اصلی انتقال آب تمیز تا شبکه های توزیع همانطور که در جدول 8-1-2 نشان داده شده اند، در طرح مقاوم سازی در برابر زلزله بکار گرفته شده اند.

در خصوص لوله های اصلی انتقال، مقاوم سازی آنها بعنوان اقدام اصلی برای کاهش وقوع خسارت بکار گرفته می شود. تعداد نقاط خسارت برآورد شده، ایمنی 70% و کمتر، در زلزله های سناریو ، 23 مکان در محل عبور گسل، و 30 مورد در اتصال لوله ها به سازه های بزرگ می باشند و تمامی نقاط برآورد شده باید تحت این برنامه مقاوم سازی شوند. نقاط دارای ایمنی 70% و بیشتر در محل عبور گسل در آینده مقاوم سازی خواهند شد. هرچند، تمامی اتصالات ضعیف لوله به سازه ها با توجه به سهولت و گران نبودن، مقاوم سازی خواهند شد.

بخش بالایی لوله های اصلی توزیع که مهم می باشند، بمنظور کاهش خسارت، مقاوم سازی خواهند شد با اینکه اقدام اصلی در خصوص لوله های اصلی توزیع، تامین اضطراری آب و بازسازی می باشد. دربرنامه است که لوله های اصلی توزیع در محل عبور گسل و محل اتصال به سازه ها در بخش شمالی مقاوم سازی شوند. خسارات در لوله های اصلی توزیع دیگر و لوله های فرعی بوسیله اقدامات اضطراری پوشش داده خواهند شد.

در خصوص اقدامات مربوط به تاسیساتی مثل تلمبه خانه ها، نصب خطوط لوله کنارگذر، انتقال آب از تاسیسات فعال دیگر یا نقل مکان به نواحی امن در آینده دور وقتی عمر این تاسیسات بپایان رسیده باشد، اقدامات مناسبی خواهند بود که مشابه اقدامات بکارگرفته شده در خصوص تصفیه خانه ها می باشند.

تاسیسات و سازه هایی وجود دارند که ظرفیت تحمل آنها از نظر آئین نامه 2800 نیمه ناکافی می باشد مثل مورد تصفیه خانه. همچنین تجهیزات مکانیکی و الکتریکی با وضعیت نصب بی ثبات و احتمال ایجاد حوادث ثانوی وجود دارد. در برنامه هست که این تاسیسات و تجهیزات بطرز مناسب مقاوم سازی شوند.

.

جدول 2-1-8 اقدامات لازم برای تاسیسات توزیع و انتقال آب

Facilities and Their Conditions	Numbers	Description and Inclusion in the Project
1) Clear Water Transmission Main	Target	Reinforcement for minimization of damage
General		
Dimensions		Diameter: 2000-150mm, Length: 399km
Number of fault crossing	39	Twin pipes are counted as one pipeline
Connection to structures	150	
Damage by scenario earthquake		Reliability smaller than 70% (R<70%)
Fault crossing	60%	To be implemented in the project
Connection to structures	20%	To be implemented in the project
Damage by scenario earthquake		R>70%
Fault crossing	40%	To be implemented in future stage
Connection to structures	80%	Included: larger reliability but cheap/easy implementation
2) Distribution Trunk Main	Target	Basically treated by emergency countermeasures
General		
Dimensions		Diameter: 1600-300mm, Length: 768km
Number of fault crossing	95	
Connection to structure	190	
Damage by scenario earthquake		R<70%
Fault crossing	30%	To be implemented in the project considering high priority
Connection to structures	20%	To be implemented in the project considering high priority
Damage by scenario earthquake		R<70%
Fault crossing	70%	To be implemented in future stage
Connection to structures	80%	To be implemented in future stage
3) Distribution Sub Main	Target	Treated by emergency water supply and restoration
General		
Dimensions		Diameter: 250-50mm, Length: 6385km
Number of fault crossing	552	
Damage by scenario earthquake	868	Not included in the project
4) Distribution Reservoirs	Target	Minimization of damage effect
General		
Numbers	70	Including contact tanks and clear water tanks
Numbers located on fault	9	
Damage by Scenario Fault		
Reservoir on Fault	9	By-pass installation or supply by other facilities
Insufficien Capacity by Code 2800		
Aged/Deteriorated Reservoirs	15	Reinforcement of structure members or refurbishment
5) Pump stations	Target	Minimization of damage effect
General		
Numbers	40	
Numbers located on fault	3	
Damage by Scenario Fault		
Reservoir on Fault	3	Water supply by other facilities or supply by tankers
Insufficient Capacity by Code 2800		
Aged/Deteriorated Pump House	21	Installation of share walls & reinforcement of brick walls are included in the project
6) Mechanical and Electrical Equipment		
Damage Judged by Site Survey and Foundation Bolt Strength		
Unstable and unsafety Equipment	Many	Fixation/support of equipment, installation of chlorine neutralization equipment, etc. are included in the project.

8-2 مشخص نمودن مدت زمان پروژه و سال هدف

مدت زمان پروژه و سال هدف با توجه به برنامه پیاده سازی ام/پی جایکا، برنامه آینده شرکت آب و فاضلاب تهران و امکان -پذ یر بودن پروژه، معین خواهد شد.

در ماسترپلان جایکا مدت زمان پروژه، 12 سال تعریف شده است، و به مرحله کوتاه مدت سه ساله، میان مدت چهار ساله و بلند مدت پنج ساله تقسیم می شود. شرکت آب و فاضلاب تهران، دوره هدف خود را سال 2021 ، یعنی 15 سال از زمان حال تعیین نموده است. چنین بنظر می رسد که دوره 15 یا 20 ساله از منظر یک برنامه واقع بینانه که مورد بحث قرارگرفت، کمی طولانی باشد.

بنابراین، دوره پروژه را 12 سال، پس از یک سال که صرف آمادگی می شود، و سال هدف را سال 2019 درنظر می گیریم. مانند طرح جایکا، مرحله کوتاه مدت، سه سال در نظر گرفته شده است- از سال 2008 تا 2010، مرحله میانی ، چهار سال در نظر گرفته شده است- از 2011 تا 2014 و مرحله بلند مدت، پنج سال- از 2015 تا 2019 همانطور که در جدول 1-3-8 نشان داده شده است.

جدول 1-2-8 دوره زمانی پیشنهادی برای پروژه

Year	2007	2010	2014	2019	
Period	Preparation	Short Term	Middle Term	Long Term	Future
	1 year	3 years	4 years	5 years	

8-3 برآورد هزینه پروژه مقدماتی

هزینه پروژه بر اساس اطلاعات شرکت آب و فاضلاب تهران، به کمک مشاورین محلی و داده های استخراج شده از "فهرست قیمت اجناس و خدمات (سازمان برنامه وبودجه)" برآورد شده است. همانطور که قبلا گفته شد، اقلام کاری پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله، شامل اقداماتی در رابطه با سیستم خط لوله، تاسیسات و تجهیزات و آبرسانی اضطراری می - گردد. بخش عمده اقلام کاری مورد نیاز پروژه در همین کشور دردسترس می باشد، ولی اقلام دیگر باید از کشورهای خارجی وارد شود. بنابراین، هزینه های برآورد شده به دو بخش هزینه محلی و هزینه خارجی تقسیم می شود.

به این ترتیب، هزینه ساخت بدوا"، حدود 2 میلیون دلار برآورد می شود و مجموع هزینه های پروژه 28 میلیون دلار برآورد می شود، جدول 1-3-8 ملاحظه شود. هزینه برآورد شده مطابق است با 2/5 میلیون دلار در سال، که معادل 3/5 درصد درآمد حاصل از فروش سالانه آب در سال گذشته می باشد.

جدول 1-3-8 هزینه مقدماتی پروژه

	Cost Items	Short Term	Middle Term	Long Term	Total Cost
1	Construction Cost	3,628,600	6,243,900	12,395,200	22,267,700
	Pipelines				0
	Min. Occurrence	150,000	700,000	6,290,000	7,140,000
	Min. Effect	—	—	—	—
	Facility (Structure)				0
	Min. Occurrence	992,800	1,609,900	744,200	3,346,900
	Min. Effect	—	—	—	—
	Equipment				0
	Min. Occurrence	171,800	—	—	171,800
	Min. Effect	286,000	1,336,000	2,431,000	4,053,000
	Emergency Supply	2,028,000	2,598,000	2,930,000	7,556,000
2	Administration Fee (8 %)	290,288	499,512	991,616	1,781,416
3	Consultant Fee (10%)	362,860	624,390	1,239,520	2,226,770
4	Contingency (Approx.10%)	362,252	624,198	1,237,664	2,224,114
5	Preliminary Project Cost	4,644,000	7,992,000	15,864,000	28,500,000
6	Annual Project Cost	1,548,000	1,998,000	3,172,800	

8-4 برنامه پیاده سازی

8-4-1 برنامه مرحله ای پیاده سازی

اولویت پیاده سازی برای هر یک از اقلام کاری با توجه به فوریت، اهمیت، شرایط اجتماعی، هزینه و سود، مورد مطالعه قرار می گیرد. اقلام ارزیابی برای اولویت در جدول 1-4-8 خلاصه شده اند.

Table 8.4.1 Evaluation Items for Priority of Implementation

➢ Fragile Facility - located on the fault - not fixed appropriately - already deteriorated - made of fragile material ➢ If damaged, facility operation stops ➢ If damaged, suffers casualties ➢ If damaged, bigger loss occurs ➢ If damaged, secondary disaster occurs	➢ Damage of upper facility causes bigger loss ➢ Facility easily retrofitted ➢ Large benefit gains from small cost ➢ Improvement order among similar facilities - from aged or deteriorated items - from items affecting largely ➢ Facility for securing emergency water ➢ Facility for emergency water supply

سوای در نظر گرفتن اقلام ارزیابی فوق، مهمترین کار برای پیاده سازی طرح مقاوم سازی در برابر زلزله، اکتشاف به منظور یافتن مکان گسلها می باشد که تصورمی شود سه تا چهار سال زمان برای تکمیل آن لازم باشد. به این ترتیب، هزینه برنامه کوتاه مدت، در حد پائین تنظیم شده است، در حالیکه برای برنامه بلند مدت طبق آنچه در جدول 1-3-8 دیده می شود بیشتر، برآورد می شود.

S 9 تحلیل اقتصادی برای ارزیابی پروژه و برنامه ریزی مالی

9-1 اهداف تحلیل اقتصادی

پروژه ایمن سازی در برابر زلزله که هدف تقویت شریان های حیاتی را دنبال می کند، مبتنی بر اساس معیار جلوگیری از ضرر و خسارت بر اثر وقوع زلزله سناریو می باشد. افزون براین، عوامل زیر را باید در ارزیابی پروژه اختصاصی ایمن سازی در برابر زلزله، همواره مد نظر داشت.

الف) پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله به خودی خود سبب افزایش میزان تولید آب نمی شود، و در نتیجه سبب تولید درآمد مالی اضافی از محل مصرف کنندگان نمی گردد.

ب) منافع پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله نامطمئن می باشد، چرا که بستگی به کثرت و میزان احتمال وقوع زلزله سناریو دارد.

ج) پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله از طریق حفاظت شریان های حیاتی پایتخت، تا حد قابل ملاحظه ای به منافع ملی مربوط می شود.

بطورکلی، منافع پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله ناشی از کاهش تعداد روزهایی است که برای بازسازی پس از زلزله سناریو، وقت لازم است. دقیق تر بگوئیم، منافعی را که هم اکنون ذکر می کنیم، بصورت ارزش پولی که از این راهها عایدمان می شود بشمارش در می آوریم؛ اجتناب از: 1) کاهش ارزش افزوده در منطقه خسارت دیده درنتیجه قطع آب، 2) هزینه اضافی کارکنانی که برای امر بازسازی لازم می باشند، و 3) هزینه اضافی کارکنان لازم برای آبرسانی اضطراری.

9-2 منافع پروژه

در راستای اجرای پروژه، تعداد جمعیتی که متاثر از وقفه در آبرسانی می شوندتا حد زیادی کاهش خواهد یافت، که نتیجتا منتهی به کاهش 2/2 میلیون نفر ازاین تعداد افراد می شود. باید توجه داشت که درحالیکه نسبت وقفه اولیه آبرسانی قبل از سرمایه گذاری در طرح مقاوم سازی در برابر زلزله،معادل 44/2% می باشد، این نسبت پس از سرمایه گذاری تا حد قابل ملاحظه ای کاهش یافته به 25/0% بالغ می گردد. بعلاوه، تعداد مورد نیاز کارگر برای کار بازسازی نیز تا حد بسیار زیادی کاهش خواهد یافت. برآورد می شود که تعداد کارگر- روزی که مورد نیاز است از 44/268 به 18/468 پس از پروژه کاهش خواهد یافت که منجر به تقلیل تا حد 25/800 کارگر- روز می شود. بعلاوه، تعداد کارگر مورد نیاز برای آبرسانی اضطراری نیز تا حد بسیار زیادی کاهش خواهد یافت. برآورد می شود که جمع کل تعداد کارگر- روزی که مورد نیاز در امر آبرسانی می باشد، از 13/083 به 5/412 نفر پس از پروژه کاهش پیدا کند، که منجر به کاهش چشمگیر 671،7 کارگر- روز می شود.

9-3 موارد موجود در تحلیل اقتصادی

این منافع اقتصادی بر اساس احتمال وقوع زلزله بنابه 7 مورد زیر و تحت شرایط 4 رویکرد، همانطور که در شکل 9-1 نشان داده شده است، به ارزشهای اقتصادی سالانه تبدیل می شوند.

جدول 1-9 مواردی از تحلیل اقتصادی و احتمالات وقوع زلزله

Case	Analytic Approach	Earthquake Probability	Level of Risk
Case A	Basic Scenario Approach *1	Scenario Earthquake (Once per 500 years)	Risk of Basic Scenario Earthquake
Case B	Risk Premium Based Approach	Once per 400 years	Between Case A and Case D
Case C	Risk Premium Based Approach	Once per 300 years	Between Case A and Case D
Case D	Risk Premium Based Approach	Once per 200 years	Lower Limit of Actually Traded Risk
Case E	Risk Premium Based Approach	Once per 100 years	Upper Limit of Actually Traded Risk
Case F	Service Life Based Approach	Once per 50 years	One Earthquake Occurrence during Service Life
Case G	Catastrophic Risk Based Approach	-	No Consideration of Earthquake Probability

Source: Categorized by JICA Study Team

با به کارگیری احتمالات وقوع زلزله که در بالا مشاهده می شود، بعلاوه فاکتورهای تبدیل مربوط، منافع سالانه بر مبنای بهای مالی محاسبه شده و تبدیل به منافع سالانه بر مبنای بهای اقتصادی، مطابق جدول 2-9، می شود.

جدول 2-9 منافع سالانه بر مبنای بهای مالی و اقتصادی

Case	Earthquake Probability	Annual Financial Benefits (USD)	Conversion Factor	Annual Economic Benefits (USD)
Case A	Once per 500 years)	811,725	0.970	787,374
Case B	Once per 400 years	1,014,657	0.970	984,217
Case C	Once per 300 years	1,339,347	0.970	1,229,167
Case D	Once per 200 years	2,029,314	0.970	1,968,434
Case E	Once per 100 years	4,058,627	0.970	3,936,868
Case F	Once per 50 years	8,117,254	0.970	7,873,737

Source: Calculated by JICA Study Team

9-4 هزینه های پروژه

هزینه کل پروژه معادل 28،500،000 دلار آمریکا می باشد، که باید در 12 سال سرمایه گذاری شود، یعنی از سال مالی 2008 تا 2019. هزینه های سرمایه گذاری مالی با استفاده از فاکتورهای تبدیلی مربوط، به هزینه های اقتصادی تبدیل می شوند. هزینه تعویض، بعلاوه هزینه بهره برداری و نگهداری در رابطه با تاسیسات و تجهیزات نیز، افزون بر هزینه سرمایه گذاری درنظر گرفته می شوند.

9-5 نتایج تحلیل اقتصادی

با اینکه خطر زمین لرزه در زلزله سناریو نسبتا پائین و نامطمئن می باشد، چهار رویکرد زیر برای تحلیل اقتصادی سبب می شود که امکان پذیر بودن سرمایه گذاری در مقاوم سازی در برابر زلزله از نظر اقتصادی توجیه شود. نتایج مربوط به تحلیل دقیق، عوامل خطری مانند افزایش 10 درصدی هزینه بعلاوه کاهش 10 درصدی منفعت نیز محاسبه شده اند، همانطور که جدول 3-9 نشان داده شده است.

الف) بنابه ***"رویکرد مبتنی بر سناریوی پایه*[1]"*** نتایج نشان داده اند که شاخص های اقتصادی مانند EIRR بسیار

کمتر از مبنای پذیرش 5 درصد می باشند، که به این معنی است که بنا به سناریوی پایه، پروژه از نظر اقتصادی عملی نمی باشد.

توجه- رویکرد سناریوی پا یه *[1]:
احتمال وقوع زلزله، با همان شدت زلزله سناریو را می توان با مشاهده شکل 1-4-3 که حاصل "پروژه تحقیقی مقاوم -سازی و کنترل شبکه گاز تهران در برابر زلزله- فاز2 می باشد، حدود 2000 سال تصور نمود. از آنجائیکه چهار زلزله سناریو وجود دارند، احتمال وقوع یکی از آنها به صورت آزمایشی وتجربی، حدود یک چهارم 2000 سال یعنی 500 سال برای مقاصد مورد نظر در آنالیز اقتصادی مطرح در مطالعه، در نظر گرفته شده است.

ب) بنابه ***"رویکرد مبتنی بر اهمیت خطر"*** که براین فرض استوار است که احتمال بازگشت زلزله از 0/005 (یکبار در هر 200 سال) تا 0/01 (یکبار در هر 100 سال) متغیر است که اشاره دارد به خطر واقعی زلزله، نتایج ثابت می کنند که شاخص های اقتصادی مثلEIRRازمبنای پذیرش 5% بیشتر هستند حتی در مورد حد پائینتر

احتمال وقوع زلزله که واقعا" مورد توجه و معامله بوده وآن احتمال 0/005 (یک بار در 200 سال) می شود. این مطلب بیان کننده این حقیقت است که بنظر می رسد پروژه بنابه این رویکرد از نظر اقتصادی امکان پذیرمی باشد.

ج) بنا به ***"رویکرد مبتنی بر عمر مفید"*** که براساس این فرض استوار است که، صرف نظر از خطر زلزله سناریو، احتمال وقوع زلزله درسطحی است که زلزله سناریوممکن است یکباردرطول عمر50 ساله پروژه واقع شود، نتایج نشان می دهد که شاخص های اقتصادی مانند EIRRبسیار بیشتر از مبنای پذیرش 5 درصد می باشد و

بهمین دلیل پروژه از نظر اقتصادی بسیار موجه است.

د) بعلاوه، هرچند احتمال وقوع زلزله سناریو بسیار پائین است، نتایج ***"رویکرد مبتنی بریک خطر فاجعه آمیز"*** گویای این مطلب است که صرف نظر از احتمال خطر، پروژه موجه می باشد، به این معنی که ماکزیمم ضرر احتمالی ناشی از زلزله فاجعه آمیز وقتی اتفاق بیفتد، بقدر کافی ویران کننده می باشد. بنا به برآورد خسارات زلزله سناریو، ماکزیمم ضرر احتمالی برحسب دلار آمریکا 407،723،000 دلار می باشد که به ترتیب 0/247 درصد و درصد 0/665GDP جاری و کل تولید سرمایه کشور می باشد.

جدول 3-9 محاسبات EIRR ها

Case	Earthquake Occurrence Probability	Base Case	Risk 1 (Cost=10%up)	Risk 2 (Benefit=10%up)	Risk 3 (Risk 1+Risk 2)
Case A	Scenario Earthquake (once per 500 years)	0.62%	0.03%	0.02%	-0.51%
Case B	Once per 400 years	1.93%	1.36%	1.30%	0.75%
Case C	Once per 300 years	3.69%	3.07%	3.00%	2.40%
Case D	Once per 200 years	6.73%	5.98%	5.90%	5.19%
Case E	Once per 100 years	13.53%	12.43%	12.32%	11.28%
Case F	Once per 50 years	23.37%	21.82%	21.66%	20.18%
Case G	Probability Not Considered	NA	NA.	NA	NA

Source: Calculated by JICA Study Team

در خاتمه، تحلیل اقتصادی مبتنی بر احتمال وقوع زلزله سناریو نمی تواند توجیه کننده سرمایه گذاری کلان در پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله با شاخص اقتصادی پائین تر از میزان قابل قبول باشد که این مطلب ناشی از این حقیقت است که احتمال وقوع زلزله سناریو بسیار پائین است. معهذا، نتایج تحلیل اقتصادی، با در نظر گرفتن احتمالی که از نظر اقتصادی قابل داد و ستد است بعلاوه احتمال زلزله سناریو مبتنی بر عمر مفید، حاکی از آن می باشد که پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله از نظر اقتصادی قابل توجیه است چرا که شاخص های اقتصادی مربوطه نسبتا از میزان قابل قبول، بالاتر هستند. از آن گذشته، پروژه از نظر اقتصادی قابل دفاع است، چرا که مقیاس تخریب در بالاترین حد ضرر احتمالی، قطع نظر از احتمال وقوع زلزله سناریو، در نظر گرفته شده است.

به علاوه موجه بودن اقتصادی پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله، گستره وسیعی از فواید بی شمار اجتماعی رانیز می توان مترتب بر این پروژه دانست، که سبب می شوند نتایج تحلیل اقتصادی توجیه بیشتر پیدا کند. در پایان، دولت مرکزی بعلاوه شرکت آب و فاضلاب شهرتهران، مسئولیت کامل اجرای این پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله را بر عهده دارند که از نظر اقتصادی درسرمایه گذاریهای کلان پایتخت کشورارزش بسزا دارد.

9-6 اهداف تحلیل مالی

اهداف اصلی تحلیل مالی، ارزیابی گستره زیادی از جوانب مالی شرکت آب و فاضلاب تهران می باشد و پیشنهاد برای بهترین ترتیب امور مالی برای تامین بودجه در زمینه پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله.

الف) تاثیرات گستره زیادی از شاخص های حیات مالی شرکت آب و فاضلاب برآورد خواهد شد.

ب) تاثیر برروی صورتهای مالی شرکت آب و فاضلاب تهران مثل صورت سود و زیان و ترازنامه برآورد خواهد شد.

ج) تاثیرات اجتناب شرکت آب و فاضلاب تهران از اتلاف مبلغ زیاد درآمد در صورت بروز زلزله برآورد خواهد شد.

د) مبلغ یارانه مورد نیاز و افزایش تعرفه محاسبه خواهد شد تا تحمیل مالی بین شرکت آب و فاضلاب و مصرف کنندگان تقسیم شود.

9-7 موارد موجود در تحلیل مالی

در تلاش برای تعیین مبنای تحلیل مالی، 12 مورد با تنوعهای مالی زیر برای تحلیل مالی تنظیم شد که در جدول 4-9 نشان داده شده است.

جدول 4-9 مواردی برای تحلیل مالی

Scope of Subsidy and Financing	Very Highly Concessional Loan (Repayment Period 40 Years, Grace Period 10 Years, Interest Rate 0.75%)	Highly Concessional Loan (Repayment Period 30 Years, Grace Period 10 Years, Interest Rate 2.00%)	Semi-Commercial Loan (Repayment Period 20 Years, Grace Period 5 Years, Interest Rate 5.00%)
No Subsidy	A-1	A-2	A-3
Subsidized for Only Pipelines	B-1	B-2	B-3
Subsidized for Pipelines + Facilities/Equipment	C-1	C-2	C-3
Subsidized for All Project Components	D-1	D-2	D-3

Source: Categorized by JICA Study Team

9-8 نتایج تحلیل مالی

نتایج تحلیل مالی در زیر خلاصه شده است.

الف) پیش بینی می شود که سرمایه گذاری زیاد در پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله ممکن است شاخص های بقای مالی را در وضعیت بدتری قرار دهد مثل نسبت کار و نسبت بهره برداری. سرمایه گذاری در مقیاس وسیع در پروژه، نسبت کار که درحد نامطلوب 125/7و همچنین نسبت بهره برداری را که در حد 129/2 می باشدرا که هردو بدتر ازبه ترتیب حداقل ضرورت برای نسبت کار که باید 100/0 و نسبت بهره برداری که باید 120/0 باشد، می باشد را تنزل می دهد، حتی اگر بخش بدون یارانه نیز بکمک یک وام با بهره پائین تامین بودجه شود.

ب) همچنین می توان نتیجه گرفت که استرداد وام سرمایه گذاری در مقاوم سازی در برابر زلزله برای پوشش دادن به بخش بدون یارانه ممکن است تاثیرات منفی بر صورت های مالی شرکت آب وفاضلاب تهران مثل صورت سود و زیان و ترازنامه داشته باشد. بعنوان بدترین سناریو، یعنی مورد A-3 تحت شرایط بدون افزایش تعرفه، پوشش

دادن بخش بدون یارانه حاکی از آن است که سود کل و سود خالص براساس صورت مالی 2005 شرکت آب وفاضلاب، به ترتیب 5/83 درصد و 2/12 درصد کاهش خواهند یافت.

ج) با اینکه سرمایه گذاری زیاد در پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله ممکن است سبب انواع تاثیرات منفی برروی صورت های مالی شرکت آب و فاضلاب تهران شود، پروژه خواهد توانست زمانی که زلزله روی دهد، از اتلاف

مبلغ زیادی از درآمد شرکت آب و فاضلاب جلوگیری کند. از دست دادن کل درآمدی را که می توان در صورت بروز زلزله سناریو از آن اجتناب نمود 2،596،000 دلار آمریکا می باشد که 3/89 در صد فروش کل آب در سال 2005 می باشد.

د) براساس مقدار یارانه مورد نیاز که توسط دولت داده می شود، مقدار کل وام برای بخش بدون یارانه شرکت آب و فاضلاب ثابت و از قبل مشخص شده است، بنابراین محاسبه ماکزیمم و میانگین بازپرداخت سالانه متناسب با تغییرات موارد مالی می باشد. جدول 5-9 مقدار یارانه مورد نیاز و ماکزیمم/ مینیمم بازپرداخت سالانه وام توسط شرکت آب و فاضلاب را نشان می دهد.

جدول 5-9 مقدار بازپرداخت سالانه وام توسط آبفا ویارانه مورد نیاز

Case	Amount of Subsidies (Thousand USD)	Subsidies Ratio against Total Investment (%)	Total Amount of Loan by TWWC (Thousand USD)	Maximum Annual Repayment by TWWC (Thousand USD)	Average Annual Repayment (Thousand USD)
A-1	0	0.0	28,530	1,139	680
A-2	0	0.0	28,530	1,892	805
A-3	0	0.0	28,530	2,979	941
B-1	9,138	32.0	19,391	771	462
B-2	9,138	32.0	19,391	1,273	547
B-3	9,138	32.0	19,391	1,980	640
C-1	18,829	66.0	9,700	385	231
C-2	18,829	66.0	9,700	487	201
C-3	18,829	66.0	9,700	791	236
D-1	28,530	100.0	0	0	0
D-2	28,530	100.0	0	0	0
D-3	28,530	100.0	0	0	0

Source: Calculated by JICA Study Team

ر) به غیر از توصیه های مربوط به برنامه ریزی مالی برای این پروژه خاص مقاوم سازی در برابر زلزله، تدابیر مالی مذکور که در این قسمت مطرح خواهدشد را نیز باید بصورت مجزا در نظر گرفت، تا به سلامت مالی شرکت آب و فاضلاب شهر تهران در ایفای خدمات آبرسانی خود دست یابیم.

- جدول تعرفه موجود، ضامن تامین تمامی مخارج بهره برداری شرکت آب و فاضلاب شهر تهران در جهت آبرسانی عالی به تمامی شهر نمی باشد. جدول تعرفه باید به طور کلی مورد بازنگری قرار گیرد تا حداقل بتواند، مخارج جاری بهره برداری به علاوه بخش بدون یارانه هزینه سرمایه گذاری را تامین نماید. اقدامات بسیاری در زمینه پیشگیری برای کاهش آب بحساب نیامده بعلاوه افزایش میزان صورتحساب موجود، باید اعمال گردد تا از ضرر در بخش درآمد حاصل از تعرفه ، اجتناب شود.

- بخش بهره برداری بایدازنظرکفایت بطرز قابل توجهی بهبود یابد تا هزینه بهره برداری شرکت آب وفاضلاب شهر تهران، کاملا تحت پوشش قرار گیرد. باید به تعداد نسبتا کم کارکنان، به نسبت هر هزار انشعاب SWC ، که خود

شاخصی برای اندازه گیری میزان کفایت در امر بهره برداری می باشد، دست یافت، تا از بکارگیری نامعقول کارکنان جلوگیری شود. نحوه بکارگیری کارکنان باید از نظر کفایت، ارتقاء یابد تا به حداقل ممکن تعداد کارکنان در هر هزار انشعاب رسید که این میزان نسبت 500 به هر هزار نفر می باشد.

- شاخص های دیگر برای اندازه گیری کفایت در امر بهره برداری نیز باید همچنین ارتقاء یابند تابتوان به تامین کامل هزینه دست یافت. این شاخص ها شامل نسبت کا رWR که نسبت کل هزینه های سالانه بهره برداری به استثنای

استهلاک و بدهی در امر خدمات، به نسبت کل درآمد حاصل از تعرفه میباشد، و نسبت بهره برداری ORکه نسبت

هزینه های بهره برداری شامل استهلاک و بدهی در امر خدمات می باشد، به کل درآمد حاصل از تعرفه همانند مورد قبلی. مخصوصا، تعداد زیادی از هزینه های نظارتی شامل هزینه های پرسنلی برای دایره های غیر مستقیم شرکت آب و فاضلاب شهر تهران، باید تقلیل یابد.

9-9 توصیه هایی در زمینه برنامه ریزی مالی

چهار مرحله زیر برای تهیه یک نقشه واقع بینانه که از نظر مالی مطمئن باشد، برای پروژه مقاوم سازی دربرابر زلزله پیشنهاد می شود.

الف) ***یافتن یک سطح قابل قبول افزایش تعرفه برای بهسازی مقاومت ضد زلزله بر اساس میل بپرداخت ازراه CVM***

برای اینکه به بهترین سطح ترکیب افزایش تعرفه و تزریق یارانه برای بازپرداخت بخش بدون یارانه پروژه برسیم، ***مرحله اول:*** برنامه ریزی صحیح مالی برای یافتن سطح قابل قبولی از افزایش تعرفه که در راستای میل بپرداخت مصرف کننده باشد برای بهسازی در برابر زلزله از راه این پروژه خاص.

CVM یا روش ارزشگذاری محتمل باید بکار گرفته شود تا بصورت علمی میل به پرداخت برآورد شود.

ب) ***موثرتر کردن مناسب برنامه تعرفه موجود بعنوان پیش شرط برای افزایش تعرفه:***

بعنوان یک پیش شرط برای افزایش تعرفه که بمعنی تحمیل بیشتر بر مصرف کنندگان است، ***مرحله دوم*** برنامه -ریزی مالی آن است که ساختار پیچیده کنونی تعرفه را موثرتر کنیم. ساختار تعرفه موجود بسیار پیچیده است، و ساختار آب بها باید بنوع مناسبی ساده شود تا هزینه خدمات به گروههای مختلف مصرف کنندگان بوسیله طرح بلوک های تعرفه پوشش داده شود.

ج) ***تعیین سطح بهینه ترکیبی افزایش تعرفه و میزان یارانه ها:***

پس از تحقیق برای یافتن سطح قابل قبول برای افزایش اضافی تعرفه برای بهسازی مقاومت در برابر زلزله، بعلاوه موثرترکردن تعرفه، ***مرحله سوم*** آن است که سطح بهینه ترکیب افزایش تعرفه و میزان یارانه هایی که باید تزریق شود، تعیین گردد. در سطح بهینه میل مصرف کنندگان به پرداخت برای بهسازی وضعیت مقاومت در برابر زلزله مبتنی برروش ارزشگذاری محتمل که در مرحله اول پیشنهاد شده است، یک سطح بهینه افزایش تعرفه باید تعیین شود.

چ) ***ایجاد سیستم حسابداری مدرن در راستای استانداردهای حسابداری و برای نظارت بر شاخص های بقای مالی:***

مرحله چهارم آن است که روش حسابداری شرکت آب و فاضلاب تهران باید در راستای استاندارد جهانی در زمینه رویه های حسابداری برای یکی از خدمات شهری عمومی که بطرز مشابه در بخش خصوصی عمل می کند، اصلاح شود. این مرحله نهایی کاملا برای شرکت آب و فاضلاب تهران ضرورت تام دارد تا بتواند عملکرد مالی استوار خود را پس از سرمایه گذاری در مقیاس وسیع در پروژه مقاوم سازی، حفظ کند. تحت سیستم حسابداری بهبود یافته و مدرن شده، شرکت آب و فاضلاب تهران قادر خواهد بود بخوبی شاخص های بقای مالی را مثل تعداد کارکنان در هر هزار انشعاب(SWC) ، نسبت کار(WR) و نسبت بهره برداری (OR) رادر یک سیستم مالی

برنامه ریزی شده بهینه ، نظارت نماید.

S -10 ملاحظات محیطی و اجتماعی

بنا به مقررات محلی ایران، پروژه پیشنهادی، نیازمند ارزیابی تمام عیار تاثیرات محیطی **EIA** نیست. بعلاوه، این پروژه باعث نقل مکان غیر داوطلبانه نمی گردد، که این گونه نقل مکان خود محصول تملک زمین در مقیاس وسیع یا بهره - برداری از منابع جدید آب می باشد. با این حال، موارد متعددی وجود دارند که برای تبعیت از دستورالعمل های محیطی واجتماعی جایکا باید مد نظر قرار گیرند، مثل:

* ترافیک سنگین در مرحله ساخت
* فاضلاب در مرحله ساخت
* صدا، گرد و خاک و ارتعاش در مرحله ساخت

تاثیرات منفی پیش بینی شده فوق، طولانی نخواهند شد و محدود به مرحله ساخت می گردند. درنتیجه، مادامی که ملاحظات لازم در مراحل طراحی و ساخت لحاظ گردند، می توان از وقوع آنها جلوگیری بعمل آورد، یا تاثیرات آنها را کاهش داد.

با پیاده سازی پروژه پیشنهادی، تاثیرات مثبت زیر را می توان انتظار داشت:

* جمعیت اولیه ای که دچار قطعی آب خواهند شد کاهش می یابد.
* زمان مورد نیاز برای کار بازسازی سیستم آبرسانی را می توان کاهش داد.
* برای زمان پس از فاجعه زلزله، مقدار آب لازم برای آشامیدن را می توان ذخیره نمود.
* حوادث ثانوی مثل نشت گاز از تاسیسات کلر یا حریق ناشی از نشت سوخت را می توان جلوگیری نمود.

از این رو، می توان نتیجه گرفت، که اجرای پروژه پیشنهادی، هیچ تاثیر نامطلوبی بر محیط منطقه مورد مطالعه ندارد.

S11ارزیابی طرح مقاوم سازی در برابر زلزله و توصیه هایی چند

یک پروژه آبرسانی بطور طبیعی به منظور جوابگویی به افزایش نیاز آب و افزایش درآمد حاصل از فروش آب، برنامه ریزی می شود. از طرف دیگر، منفعت یک پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله، که هدف تقویت عملکرد شریانهای حیاتی را دنبال می کند، در جلوگیری از ضرر و خسارات ناشی از وقوع زلزله می باشد. بنابراین، در ارزیابی طرح مقاوم سازی در برابر زلزله، فاکتورهای زیر باید در نظر گرفته شوند:

* پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله خود سبب افزایش میزان آبرسانی نمی شود، و در نتیجه سبب تولید درآمد پولی از محل مصرف کنندگان نمی شود.

* منافع پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله نامطمئن می باشد. این امر بستگی به احتمال وقوع زلزله دارد.

* پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله از طریق حفاظت از شریان های پایتخت به منافع ملی کمک می کند.

پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله نه تنها شامل طرح مقاوم سازی در برابر زلزله می شود بلکه همچنین شامل طرحهای بازسازی و تامین آب اضطراری نیز می شود.

11-1 ارزیابی اجتماعی – اقتصادی

تاثیرات اجتماعی – اقتصادی که حاصل اجرای پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله می باشند بقرار زیر عبارتند از:

* جمعیتی که در ابتدا دچار وقفه در آبرسانی می شوند بمیزان 2/2 میلیون نفر از تعدادشان کاسته می شود، زمان بازسازی اضطراری حدود 50 روز کاسته می شود.

* شهروندان تهرانی می توانند درست بعد از زلزله از آبرسانی اضطراری بمیزان 3 لیتر برای هرنفردر روز، بهره مند شوند و با گذشت زمان این میزان افزایش می یابد.

* شهروندان می توانند به آب آشامیدنی در حداکثر فاصله 1 کیلومتری دسترسی داشته باشند، و با گذشت زمان این فاصله کم می شود.

* شهروندان می توانند ظرف یک ماه بعد اززلزله، ازشرایط آبرسانی نرمال بهره مند شوند.

* با اجرای پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله، از کمبود آب برای شهروندان تهرانی بتعداد 98 میلیون نفر- روز کاسته می شود، و

* منفعت پروژه طبق محاسبات مقدماتی، 407 میلیون دلار می باشد.

شاخص های اقتصادی بر اساس منافع فوق تحلیل شده اند. این شاخص ها عبارتند ازEIRRبمیزان 0/5%، B/C به میزان 0/491، وNPV به میزان 11،456 - ، که تمامی آنها بسیار پائین تر از حد امکان پذیری می باشند، و منعکس کننده طبیعت پروژه ای است که برای زلزله سناریو با دوره بازگشت 500 سال، بکار گرفته می شود. زمانی که دوره بازگشت را 200 سال یا 100 سال برای مقاصد تحلیلی، فرض کنیمEIRRبه ترتیب به 6/67% یا 14/57% افزایش می یابد. دراین مورد، B/C حاصل به ترتیب 1،138 یا 2،457 خواهد بود. این ارقام در محدوده امکان پذیر می باشند.

11-2 ارزیابی فنی

بیشتر فعالیت هارا می توان با استفاده از فن آوری داخلی انجام داد. برخی تکنولوژیها از خارج، وارد خواهد شد ولی

می توان آنها را با مهارت داخلی انجام داد. بنابراین، پروژه پیشنهادی، از نظر فنی بی عیب می باشد. تاثیرات اساسی پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله عبارتند از:

* کاهش شدید جمعیتی که در ابتدا دچار وقفه در آبرسانی می شوند، از 4 میلیون به 1/7 میلیون پس از پروژه، و
* کاهش شدید زمان بازسازی خسارات وارده در تاسیسات آبرسانی از 82 روز به 30 روز پس از پروژه.

برخی مخازن توزیع فرسوده، نوسازی می شوند و برخی خطوط لوله توزیع چدنی با چدن نشکن و اتصالات ضد زلزله تعویض خواهند شد. این فعالیتها به افزایش ثبات سیستم آبرسانی کمک می کند، که شامل کاهش نشت آب و کاهش موارد شکسته شدن لوله در اثر فشار زیاد آب یا اثر چکشی آب و غیره می شود.

11-3 ارزیابی مالی

از آنجائی که برخی سرمایه گذاریها، سبب افزایش فروش آب نمی شوند، مشکل است که یک پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله از نظر مالی، امکان پذیر باشد. بنابراین، سعی می شود هزینه این پروژه مقاوم سازی دربرابر زلزله کم و خود پروژه واقع بینانه تر باشد. درنتیجه، وقتی پروژه توسط شرکت آب و فاضلاب اجرا می شود، افزایش تعرفه آب بیشتر از حدود 5/5% نخواهد بود. هرچند، حتی با این میزان افزایش تعرفه، کار آسانی نخواهد بود که موافقت شهروندان را جلب کرد.

در کشور ژاپن، دولت مرکزی یارانه یک چهارم تا یک سوم هزینه پروژه را به برنامه های غیرانتفاعی مثل پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله اعطا می کند. انتظارمی رود که یارانه دولت برای اجرای موفقیت آمیز پروژه، اختصاص داده شود. اگر چنین شود، میزان افزایش تعرفه از میزان فوق کمتر خواهد بود.

11-4 ارزیابی محیطی

پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله برای تقویت و مقاوم سازی سیستم آبرسانی موجود فعالیت می کند و ساخت هیچ گونه تاسیسات جدید یا گسترش تاسیسات موجود را شامل نمی شود. به این دلیل است که پروژه، نیازی به تملک منابع جدید آب یا زمین جدید ندارد. بعلاوه، مقاوم سازی یا بازجورسازی در سازه ها یا تجهیزات تاسیسات، در داخل ساختمانها یا محوطه های تاسیسات انجام می شود و میزان صدایی که بیرون می رود یا ارتعاش در حد اقل می باشد.

بنا به مقررات ایران، پروژه پیشنهادی، نیازمند ارزیابی تمام عیار نمی باشد. معهذا، چند نکته وجود دارد که بهتر است در طول مرحله اجرا به آنها توجه نمود، مثل: 1) ترافیک سنگین در مرحله ساخت، و 2) صدا، گردوخاک و ارتعاش در مرحله ساخت. این نکات را نباید فراموش کرد.

11-5 ارزیابی جامع

از توضیحات بالا، می توان نتیجه گرفت که پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله که درطی این مطالعه تهیه شده است، بهتر است هر چه زودتر اجرا شود، علی رغم اینکه امکان اقتصادی یا مالی الزاما با سطح قابل پذیرش، مطابقتی ندارد.

حفظ جان شهروندان از بلای زلزله از اهمیت حیاتی برخوردار است، اگرچه احتمال وقوع آن بسیار پائین باشد. در مورد تهران و اطراف آن، دوره بازگشت زلزله به مقیاس وسیع، طبق گزارش "مطالعات ریزپهنه بندی لرزه ای" ، 150سال تصور می شود و به این ترتیب از زمان وقوع زلزله با دومین بزرگترین شتاب در سال 1830، گذشته است.

انتظار می رود که شرکت آب و فاضلاب تهران بخش قابل ملاحظه ای از یارانه دولتی، دریافت نماید تا پروژه مقاوم سازی در برابر زلزله را به نحو احسن اجرا نماید.

11-6 توصیه

توصیه در باره طرح مقاوم سازی در برابر زلزله که شامل طرح اقدامات اضطراری نیز می باشد در زیر خلاصه شده است:

(1) کلیات

- مرور، مطالعه بیشتر در جزئیات و طرح پروژه توسط مشاورین داخلی،
- جمع آوری داده ها و اطلاعات: ترتیب قرار گرفتن میل گرد فولادی مقاوم کننده در سازه های تاسیسات یا ساختمانها، نقشه ها یا داده های مربوط به طراحی در نقاط اتصال بین خطوط لوله و سازه های تاسیسات برای شناسایی روشهای مقاومکنندگی آنها، اندازه ومحل قنات های قدیمی یا سازه های دیگر، وغیره.
- تهیه یک ماسترپلان برای سیستم آبرسانی
- ایزوله نمودن هیدرولیکی بخش های مخازن

(2) داده های لرزه ای

- تحقیق درخصوص مکان گسل و عمق بالایی آن و احتمالات حرکت، دربرگیرنده گسل های فرعی
- لغزش زمین یا فروریختن در ناحیه شمالی

(3) جنس و نصب

- استفاده از لوله های فولادی جوشی برای خط لوله دارای قطر زیاد، چدن نشکن برای لوله های دارای قطر متوسط و لوله پلی اتیلن با پیوند جوش الکتریکی برای لوله های دارای قطر کوچک توصیه می شود.
- روشهای اتصال خوب باید بکار برده شود. کنترل خوردگی و روشهای نصب نیز مهم می باشند.

(4) اقدامات پیشگیری اضطراری

- تهیه نقشه مرحله ای ساخت برای آینده در خصوص مخازن توزیع و نقشه اجرای منابع آبرسانی اضطراری
- انتخاب چاههای عمیق در پارکها برای استفاده اضطراری
- نظارت بر کیفیت آب چاههای عمیق، که به عنوان منابع تامین اضطراری استفاده می شوند

(5) آبرسانی اضطراری و فعالیت بازسازی

- همکاری با سازمان مدیریت بلایای طبیعی تهران و داشتن جلسات دوره ای
- همکاری مشترک با شرکت های آب دیگر که نزدیک هستند.
- هماهنگی برای کمک اضطراری با بخش خصوصی که دارای وسایل و تجهیزات می باشند. باید آموزش در زمینه بازسازی لوله به شرکت های خصوصی داده شود.
- تصمیم گیری راجع به نقشها/ وظایف و جزئیات آنها در هر دایره در سازمان مدیریت بحران شرکت آب و فاضلاب. پس از اینکه تصمیم در باره وظایف گرفته شد، مهم است تمام کارکنان این وظایف را بدانند.
- تهیه مقررات برای فراخواندن کارکنان در وضعیت اضطراری
- آموزش در خصوص استفاده از منابع آبرسانی اضطراری شامل کنترل کیفیت آب، کلرزنی، و همکاری با کمک کنندگان از سایر سازمانها یا ساکنین.

S12 کمک فنی برای کاهش آب بحساب نیامده (NRW)

12-1 تعریف آب بحساب نیامده NRW و واژه های فنی مربوطه

در شرکت آب و فاضلاب تهران مشاهده شد که تعاریف روشنی از واژه های مربوط به آب بحساب نیامده در حال حاضر دردست نیست. تصویر آب بحساب نیامده ای که شرکت آب و فاضلاب نشان می دهد، گاهی شامل اتلاف آب از تاسیسات انتقال آب خام و تصفیه آب، بعلاوه تاسیسات انتقال و توزیع آب تمیز می باشد. مصارف مختلف یا درک متفاوت از واژه ها می تواند سبب درک غلط وضعیت موجود و اشکال در پیدا کردن راهکارهایی برای کاهش NRW می شود. توصیه میشود

واژه ها به روشنی تعریف شوند و کارکنان آنها را بخوبی درک نمایند. واژه پردازی که IWA تعریف می نماید در جدول

زیر نشان داده شده است، و برای استفاده در شرکت آب و فاضلاب تهران توصیه می شود، چرا که از نظر بین المللی مورد قبول بوده، مقایسه ارقام یا شرایط را با شهرهای مختلف دنیا میسر می سازد.

جدول 1-1-12 تعریف اجزاء آب بحساب نیامده توسط IWA

<table>
<tr><td rowspan="10">System Input Volume (Production/ Distribution Volume)</td><td rowspan="4">Authorized Consumption</td><td rowspan="2">Billed Authorized Consumption</td><td>Billed Metered Consumption</td><td rowspan="2">Revenue Water</td></tr>
<tr><td>Billed Non-metered Consumption</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Unbilled Authorized Consumption</td><td>Unbilled Metered Consumption (water used for fire fighting, etc)</td><td rowspan="8">Non-Revenue Water （NRW）</td></tr>
<tr><td>Unbilled Non-metered Consumption (free water distributed at standpipes)</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Water Losses</td><td rowspan="2">Apparent Losses (Non-technical or Commercial Losses)</td><td>Unauthorized Consumption (illegal use and connections)</td></tr>
<tr><td>Metering Inaccuracies
- No meters
- Meters not working
- Meters not recording accurately
- Meters misread</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Real Losses (Technical Losses)</td><td>Leakage from Transmission and/or Distribution Mains</td></tr>
<tr><td>Leakage and Overflows at Utility’s Storage Tanks</td></tr>
<tr><td>Leakagefrom Service Connecting pipes up to Customers’ Meters</td></tr>
</table>

Source: IWA (International Water Association)

وقتی تعریف فوق اعمال شود، می توان گفت که NRW در شرکت آب و فاضلاب از 44/5 % به 23/7% طی ده سال

گذشته کاهش یافته است.

12-2 اجزاء تشکیل دهنده اتلاف آب و اندازه گیری آنها

(1) اتلاف در انتقال آب خام

در حال حاضر اتلاف در انتقال آب خام فرض می شود ولی اندازه گیری نمی شود. برای آنکه به اتلاف در انتقال آب خام پی ببریم، باید جریان آب در آبگیر آب خام و پمپاژ آب زیرزمینی اندازه گیری شود و سپس باید با میزان اندازه گرفته شده جریان آب خام در ورودی تصفیه خانه و مخزن کلر زنی یا مخازن، مقایسه گردد.

(2) اتلاف آب تصفیه شده

در حال حاضر اتلاف آب تصفیه شده نیز تخمین زده می شود و اندازه گیری نمی شود که این امر بعلت تعداد ناکافی کنتورها در خروجی تصفیه خانه ها می باشد. لازم است با اندازه گیری، نسبت به اتلاف آب در هر تصفیه خانه اطمینان حاصل کرد و در صورتیکه اتلاف در تصفیه زیاد باشد، لازم است روش های پسخیز فیلتر و/یا زهکشی استخر پیش- رسوبگیری و زلالسازها بررسی شود. همچنین لازم است بازگشت مواد زائد به ورودی کانال در نظر گرفته شود.

(3) آب بحساب نیامده (NRW)

در حال حاضر امکان اندازه گیری آب بحساب نیامده وجود ندارد چرا که برای آب تصفیه شده و آب زیرزمینی، تعداد ناکافی کنتور نصب شده است. وضعیت فعلی برای هر یک از اجزاء NRWدرزیر خلاصه شده است.

* مصرف قانونی بدون صورت حساب: کنتورهای مصرف کنندگان در خصوص مصرف کننده قانونی بدون صورت حساب نصب نشده است. از این رو حجم آب را باید از راه نصب کنتور پس از به فهرست در آوردن مصرف کنندگان عمده که دارای مصرف قانونی و بدون صورت حساب می باشند، اندازه گرفت. حجم آب برای تمیز کردن توالت وسایر کارها را باید تخمین زد، اگر اندازه گیری با کنتور جریان مشکل است.

* مصرف غیر قانونی: از طریق گزارشات مردم، قارئین کنتور بعلاوه حسابرسی املاک مصرف کنندگان، انشعابات غیرقانونی شناسایی شده اند. نگهداری سوابق برآورد مصرف غیر قانونی حائز اهمیت است حتی اگر زیاد نباشد.

* ناصحیح بودن کنتور: شرکت آب و فاضلاب تهران اقدام به تعویض دوره ای کنتورهای مصرف کنندگان (کلاس C) ، در سال 2000 نمود واز سال 2000 تا سال 2004، تعداد 673،000 کنتور را تعویض نموده است. شرکت آب و فاضلاب در نظر دارد که تمامی کنتور های مصرف کنندگان را هر 6 تا 7 سال یکبار برای کاهش NRW تعویض نماید.

* نشت: از سوابق تعمیرات معلوم شده است که تعداد زیاد 433 حادثه در روز توسط شرکت آب و فاضلاب تهران در سال 2004 رسیدگی شده است. عمده نشت ها (حدود 89/8 %) در انشعابات منازل دیده شده است. برای اینکه جدی بودن مسئله به وضوح درک شود، زمانی که نشت ها پیدا می شوند باید حجم نشت اندازه گیری یا برآورد شود و پس از تعمیر، ثبت شود.

12-3 فعالیتهای شرکت آب و فاضلاب تهران برای کاهش NRW

(1) نشت یابی و کارهای تعمیری

گروه مطالعاتی جایکا دریافت که تجهیزات بطور صحیح استفاده شده و نشت یابی و کارهای تعمیری با کفایت مطلوبی اجرا می شوند. هرچند، تعمیر یا کالیبره کردن ابزار و تجهیزات و خریداری ابزار جدید مستلزم زمان است. بعلاوه، کارکنان بهره برداری و نگهداری اشاره نمودند که کیفیت اجناس و ابزار همیشه مناسب نیست که این امر بعلت کنترل کیفی ناکافی در امر تهیه این وسایل می باشد. لازم است رویه تهیه این وسایل بعلاوه خصوصیات و استاندارد، بصورت دوره ای بررسی شود.

(2) تلاشهایی برای کاهش NRW

آب بحساب نیامده **(NRW)** بطرز قابل ملاحظه ای در طی 10 سال گذشته در سیستم آبرسانی تهران کاهش یافته است.

رویکرد شرکت آب و فاضلاب نسبت به کاهش آب بحساب نیامده مناسب و درخور تحسین است؛ درعین حال ممکن است داده ها / ارقام زیاد قابل اطمینان نباشند. تلاشهای عمده ای که توسط شرکت آب و فاضلاب تهران انجام گرفته در زیر نشان داده شده است:

* تعویض کنتور مصرف کنندگان: شرکت آب و فاضلاب حدود 80% کل کنتورهای مصرف کنندگان را تعویض نموده است و به تعویض دوره ای اهتمام دارد.

* کنترل فشار آب: شرکت آب و فاضلاب تلاش زیادی مصروف کنترل فشار آب می نماید. از جمله فعالیتهای عمده نصب شیرهای فشار شکن می باشد.

* تعویض لوله های قدیمی: شرکت آب و فاضلاب در حال تعویض لوله های قدیمی و لوله های مشکل ساز می باشد. حدود 505 کیلومتر لوله در طی 9 سال گذشته تعویض شده اند.

* نشت یابی و تعمیر سریع: حدود 3/2 کیلومتر از لوله های توزیع در سال مالی 2004 مورد کاوش قرار گرفته اند. در پنج سال اخیر (از سال مالی 1999 تا سال مالی 2004)، نشت یابی در ا متداد 12810 کنتور انجام شده است، که بیش از 1/5 برابر طول کل لوله های اصلی توزیع می باشد. گروه تعمیر در هر پست اضطراری، 24 ساعت در روز مشغول سرویس دهی بوده و نشت ها را بی درنگ تعمیر می کنند.

12-4 توصیه در رابطه با روش های کاهش هرچه بیشتر NRWو سایر اتلاف ها

از آنجائیکه**NRW** و سایر طرق اتلاف آب به نحو قابل ملاحظه ای کاهش یافته است، کاستن آن با همان سرعت مشکل

است و نیازمند تلاش بیشتر برای کاستن هر چه بیشتر می باشد. "انتخاب اولویت" امری بسیار مهم در کاستن آب بحساب نیامده به طرز موثر می باشد. اولویت شامل فعالیتهای اولویت بندی، اولویت ناحیه مورد بررسی، اولویت لوله هایی که باید تعویض شوند، می گردد. روش های توصیه شده برای کاهش هر چه بیشتر آب بحساب نیامده و سایر اتلافها در زیر خلاصه شده است:

(1) اندازه گیری و نظارت بر میزان جریان

میزان جریان ها باید اندازه گیری و ثبت شود تا بدانیم میزان اتلاف آب پس از نصب یا تعمیر کنتورها چه اندازه است. قرائت کنتور به یافتن تاسیساتی که از نظر تعمیر یا بهسازی در اولویت می باشند کمک می کند. نظارت بر هر یک از میزان جریان ها برای یافتن مشکلات در هر سیستم و بروز حادثه، و سپس انتخاب منطقه حائز اولویت برای نشت یابی، بسیار سودمند است،.

(2) تحلیل عوامل/ علل NRW و اتلاف های دیگر

لازم است میزان اتلاف آب مربوط به هریک از عوامل آب بحساب نیامده اندازه گیری یا برآورد شود. این امر به یافتن عوامل دارای اولویت برای بهسازی و اقدامات اولویت دار کمک می کند. تحلیل دوره ای میزان یا نسبت هر یک از انواع اتلاف نیز ایده ای از موثر بودن تلاشها، عرضه می دارد.

(3) ایزوله نمودن هیدرولیک هر بخش

شرکت آب و فاضلاب تهران در حال تهیه طرحی برای تقسیم بندی نواحی توزیع به بخشهای آبرسانی و ایزوله نمودن آنها به جهت کنترل فشار آب می باشد. با این حال، درحال حاضر نواحی بصورت هیدرولیک و بطرزمناسب از هم مجزا نیستند. از آنجائیکه ایزوله نمودن هیدرولیک برحسب بخشها مناسبترین روش کنترل فشار آب در ناحیه توزیع در تهران می باشد، شدیدا توصیه می شود که تمامی بخشها از نظر هیدرولیک ایزوله شوند.

(4) جمع آوری داده ها و استفاده از آنها

برای مطالعه برروی علل NRW و روشهای کاهش آن، گزارش حوادث و جمع آوری داده ها، مفید می باشد. داده های

مورد نیاز برای کاستن اتلاف آب، روشهای جمع آوری، و استفاده از داده ها در زیر به بحث گذاشته می شود.

* معرفی سیستم بانک اطلاعاتی یکسان: بخش امور تولید و توزیع آب باید برای تهیه سیستم بانک اطلاعات یکسان، با در نظرگرفتن هدف جمع آوری داده ها و روش های استفاده از آنها، دست به ابتکاراتی بزند.
* داده های مربوط به نشت باید جمع آوری / یا فرض شود: زمان رسیدگی، مدت زمان تعمیر، شرایط مشروح نشت، خصوصیات حوادث (طبیعی یا غیرطبیعی) و فرض حجم آب نشتی باید به جهت یافتن اولویت کارها، ثبت شود وسپس برنامه کاهش نشت تهیه شود.
* تهیه نقشه نشت: گروههای تعمیر باید نقشه های نشت را بوسیله علامت گذاشتن محل نشت روی نقشه های شبکه لوله (مقیاس 1/2،000) تهیه نمایند. نقشه های نشت برای یافتن خطوط لوله و نواحی مشکل ساز مفید خواهند بود.
* به روز کردن نقشه های شبکه لوله توزیع: لازم است اطلاعات شبکه لوله توزیع هر گاه تغییری یافت شد، به روز

شود

* گردآوری داده ها و استفاده از آنها: هر دفتر منطقه باید داده ها را جمع آوری و به دفتر کل به صورت دوره ای منتقل کند و دفتر کل باید آنها را برای تحلیل و یافتن اولویت، گردآوری نماید. نتایج تحلیل باید به صورت دوره ای اعلام شود. استفاده از داده ها، با بعبارت دیگر هدف جمع آوری داده ها، باید توسط تمامی کارکنان به بحث گذاشته و درک شود.

(5) مذاکره برای بهسازی

دانسته های کارکنان در باره مشکلات بهره برداری و نگهداری به منظور کاهش انواع اتلاف آب و روشهای بهسازی، باید از طریق مذاکرات جمع آوری شود و برای کاهش بیشتر NRWمورد استفاده قرار بگیرد.

(6) بهبود انگیزه

از آنجائیکه فعالیتهای لازم برای کاهشNRW ، کار بسیار سختی می باشد، لازم است روشهایی برای بالا نگه داشتن انگیزه در کارکنان اندیشیده شود. درک نظرات کارکنان برای بهسازی یکی از این روشهاست. روشهای متعدد برای بهبود انگیزه باید به بحث گذاشته شود.

(7) روابط عمومی

در سال 2004حدود 99/1% حوادث را، مصرف کنندگان اطلاع داده اند. بسیار اهمیت دارد که از طریق فعالیتهای روابط عمومی، مصرف کنندگان به دادن اطلاعات تشویق شوند.

(8) سایر

روش های دیگری که توصیه می شوند عبارتند از:

* بهبود رابطه با قارئین کنتور: استراتژی بهبود قرائت کنتور و تشویق گزارش مشکلات از طریق قارئین کنتور باید به بحث گذاشته و اعمال شود.

* کنترل کیفی اجناس: خصوصیات و استاندارد اجناس، بعلاوه رویه تهیه آنها، باید با لحاظ نمودن ایده هایی از جانب کارکنان بهره برداری بررسی و مرور شود.

* ادامه کار خوب تعمیراتی: همیشه لازم است محل تعمیر را تمیز نگاه داشت و از تعمیر با کیفیت نامطلوب و تجدید سریع نشت جلوگیری کرد.

* اختصاص بودجه به دفاتر منطقه: این امر سبب بهبود روش تعمیر، مثل تعمیر سریع ابزار و استفاده از موتورسیکلت برای رسیدگی سریع به نشتهای ساده می شود.

S 13 خدمات مشاوره ای برای روابط عمومی

13-1 ارزیابی وضعیت فعلی روابط عمومی

شرکت آب و فاضلاب استان تهران (TPWWC) در راستای سیاستهای جاری در سال 1970، تبدیل به یک شرکت مستقل شد. شرکت آب و فاضلاب تهران (TWWC)از شرکت آب و فاضلاب استان تهران- TPWWC، در ژانویه 2004 جدا شد و بصورت یک شرکت مستقل درآمد.

در بدو امر هر دو شرکت در بخش روابط عمومی شریک بودند، و سپس این بخش نیز مانند بقیه بخشها در سپتامبر 2005 جدا شد. بخش روابط عمومی شرکت آب و فاضلاب تهران، مرکز ارتباطات عمومی (شماره 122)، به بخش خدمات مشترکین شرکت آب و فاضلاب تهران تغییر یافت، در حالیکه روابط عمومی ودفتر آموزش همگانی، تغییر نام داد و به سازمانی کوچک با 17 کارمند تبدیل شد. فعلا میدان فعالیت های آن، گسترده نیست.

13-2 پیشنهاد برای فعالیتهای بهتر روابط عمومی

برای فعالیتهای آینده روابط عمومی و دفتر آموزش همگانی، توصیه های زیر پیشنهاد می شود.

* تبلیغات درخصوص وقوع فاجعه زلزله، ضروری است.
* توازن بین دادن اطلاعات و شنیدن از شهروندان، برای موفقیت در فعالیتهای روابط عمومی حائز اهمیت است.
* انتصاب مشاور برای کنترل مامورانی که نظرات مردم را می شنوند مهم است تا به این وسیله تاثیر فعالیت روابط عمومی سنجیده شود.
* تمامی کارکنان باید هشیار باشند که کارمند روابط عمومی شرکت آب و فاضلاب هستند و درخور این سمت رفتار کنند.
* از آنجائیکه مهم است شهروندان بتوانند به راحتی از موسسات شرکت آب و فاضلاب دیدن کنند، مطلوب است یک موزه آب احداث شود.

یک نسخه از کتابچه ای که در شهرداری توکیو به چاپ رسیده است، تحت عنوان "ده درس درزلزله" به فارسی ترجمه شد تا کمکی باشد برای تبلیغ اقدامات مدیریتی فاجعه برای شهروندان. کاربرد عملی، مورد انتظار است.

13-3 پیشنهاداتی برای نمایش موزه آب

(1) حرکتی برای احداث یک موزه آب

پنج مقام عالی رتبه ایرانی از یک موزه علمی آب در شهر کوبه درماه می سال 2002 دیدن کرند و تحت تاثیر نمایش فوق العاده و رابطه خوب بین اداره آب و شهروندان قرار گرفتند. و آنها فکر کردند که لازم است تهران، یک موزه آب مثل کوبه داشته باشد.

دومکان برای محل استقرار موزه کاندید شده اند، یکی ساختمان قدیمی تله متری است ودیگری داخل ساختمان مخزن توزیع شماره 3 نزدیک پارک لاله. اولی در نزدیکی اداره مرکزی شرکت آب و فاضلاب تهران و تصفیه خانه شماره 1 قرار دارد، و دومی در همسایگی موزه فرش/ موزه جواهرات واقع است. بنظر می رسد که هردو برای شهروندان مناسب باشند،

از این جهت که بتوانند چند موزه را دریک زمان دیدن کنند. مطلوب خواهد بود که مکان احداث موزه با تعمق و مطالعه دقیق در کمیته احداث موزه آب که ایجاد خواهد شد، تصمیم گیری شود.

(2) سیاست اصلی برای احداث موزه آب

سه نکته زیر بعنوان سیاست اصلی نشان داده شده اند

* شنا سا ئی لزوم احداث موزه آب بعنوان بخشی از فعالیتهای روابط عمومی
* شنا سا ندن یک طرح عمرانی/ تقویت از راه ایجاد یک کمیته احداث موزه
* انتخاب اشیائی برای نمایش و روش نمایش

(3) برخی نمونه ها از اشیای نمایشی و روش نمایش در کشور ژاپن

در میان موزه های متعدد در کشور ژاپن، سه شهر بزرگ به عنوان نمونه، انتخاب شده اند، که عبارتند از موزه تاریخی آب/ موزه علمی آب در توکیو، موزه یادبود آب/ موزه مهندسی آب در یوکوهاما، و موزه علمی آب در کوبه. درمیان اشیای نمایشی و روش های نمایش در این شهرها، نمونه های متعدد، که تصور می شود مطلوب باشند، معرفی می گردند. طرز آراستن و عرضه و بنمایش گذاشتن در موزه تاریخی آب در شکل 1-3-13 صفحه بعد نشان داده شده است.

(4) اداره موزه آب

1) روش اداره

روش مطلوب اداره در موزه آب در جدول 1-3-13 خلاصه شده است.

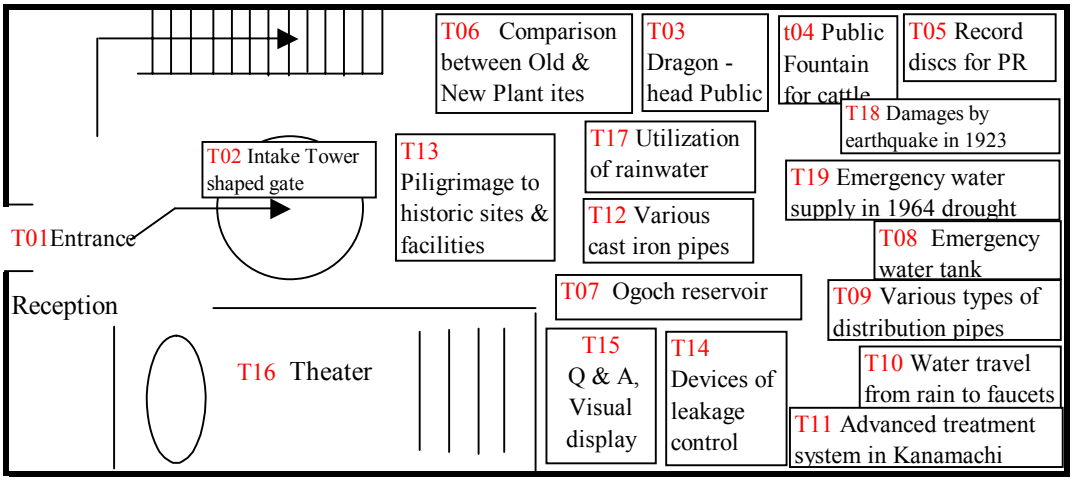
جدول 1-3-13 یک روش اداره موزه

An administration body: TWWC A fund: Expenditure of Teheran city Management: Trust Term of a contract: Five years Opening time: From 9:00 a.m. to 5:00 p.m. Entrance charges: 1,000 Rial/person

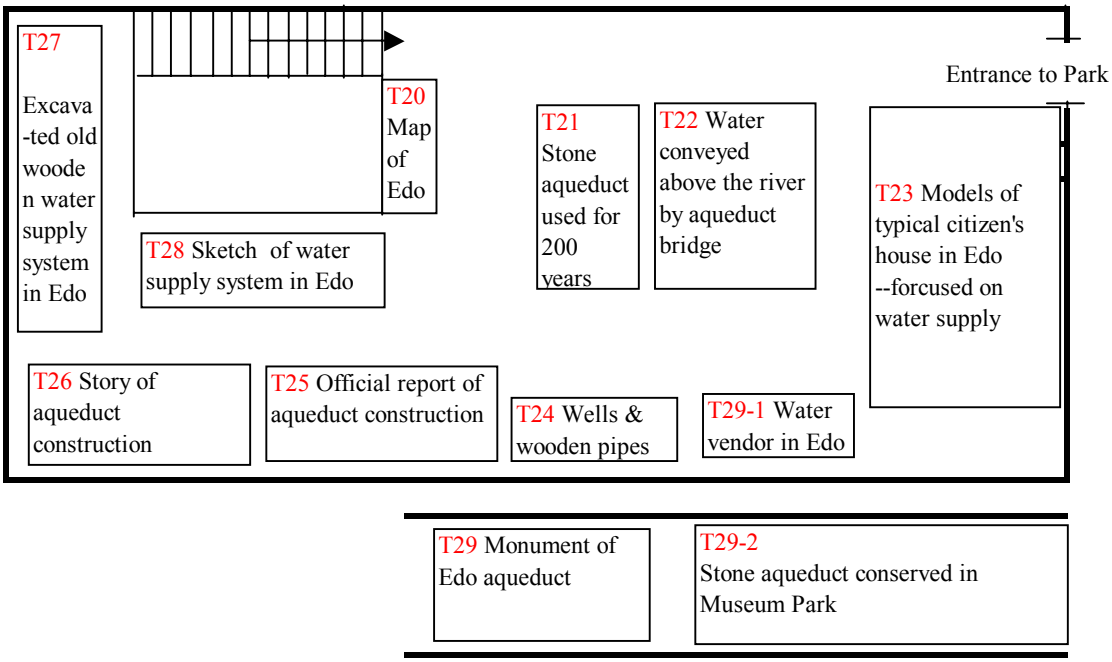
2) پیشنهاداتی برای اداره

برخی پیشنهادات برای اداره نمودن پایدار موزه آب به شرح زیر است:

* باید از وسائل ارتباط جمعی برای تبلیغ در باره گشایش موزه آب برای شهروندان استفاده نمود.
* موزه آب در حکم بخش مهم کار تبلیغاتی در شرکت آب و فاضلاب است.
* تلاش برای افزایش تعداد بازدیدکنندگان باید ادامه یابد.
* تازه بودن ایده ها درمورد اشیاء نمایشی و روش های نمایش برای جلب بازدید کنندگان ضروری است.
* همکاری با گروههای مختلف مثل جامعه، مدرسه، شهروندان و محیط مورد تقاضا می باشد.
* سایر



+طبقه همکف : بخش آبرسانی مدرن (پس از سال 1868)



+طبقه اول و پارک : بخش آبرسانی پیش از مدرن (قبل از سال 1868)

〒113-0033 1-7, Hongo 2-Chome, Bunkyo-ku, Tokyo

℡03-5802-9040 Fax03-5802-9041

شکل 1-3-13 موزه آب تاریخی توکیو