



گروه صنعتی ایمن زلزله سدید

# تشریح سیستم ایمنی ایستگاه های تقلیل

## فشار گاز

## توضیحاتی در خصوص سیستم ایستگاههای تقلیل فشار گاز :

حریق یکی از پیامد های احتمالی زلزله ها است که در صورت بروز، خسارت های قابل توجهی را می تواند موجب شود. زلزله کانتو<sup>۱</sup> (۱۹۲۳) در کشور ژاپن یکی از زلزله هایی است که با حریق همراه شد. بنابر گزارشات این زلزله نزدیک به ساعت نهار (۱۱:۵۸ به وقت محلی) و هنگامی که بسیاری از مردم در حال طبخ خوراک بودند رخ داد. ظاهراً آتش اجاق گاز ها نقش مهمی در شروع حریق داشتند. با آسیب جدی شبکه آبرسانی، حریق مجال یافت تا بیش از پیش خسارت وارد نماید. بر اساس آمار ها، حریق به تنهایی سبب کشته شدن بیش از ۶۰۰۰ نفر و تخریب ۳۸۱۰۰۰ ساختمان شد. بنابراین حریق می تواند بعنوان عاملی مهم در گسترش خسارتهای ناشی از زلزله مورد توجه قرار گیرد. گاز طبیعی بعنوان پرمصرف ترین سوخت در ساختمانهای کشور می تواند بعنوان تهدیدی بحساب آید.

گاز طبیعی یک سوخت فسیلی است که از چاه های عمیق زیرزمینی استخراج می گردد. گاز استخراج شده از چاه ترکیبی از چند گاز مختلف است که عمده آن را گاز متان تشکیل می دهد. پس از متان گاز اتان دومین ماده موجود در گاز استخراج شده از چاه است. مقادیر اندکی از سایر گازها نظیر پروپان، بوتان، نیتروژن، دی اکسیدکربن و ... در ترکیب گاز استخراج شده از چاه وجود دارد. گاز طبیعی یک گاز بی رنگ و بی بو می باشد بمنظور افزایش ایمنی در برابر خط نشت گاز و انفجار، قبل از رسیدن به مصرف کننده به آن مواد بودار کننده اضافه می کنند. یکی از این مواد بودار کننده که ترکیبی آلی از گوگرد است که مرکاپتان نام دارد. گاز پس از استخراج و طی فرآیندهای ضروری و حذف مواد نامطلوب از طریق تجهیزات و شبکه گاز رسانی به محل مصرف انتقال داده می شود. خطوط لوله انتقال عمدتاً زیرزمینی هستند فشارگاز موجود در شبکه در بخش های گوناگون متفاوت است برای انتقال در مسیرهای طولانی فشار آن بالاتر و در محل مصرف فشار گاز کمتر است

---

<sup>۱</sup> -Great Kanto Earthquake

خطوط لوله گاز با فشار ۷۵۰ تا ۱۰۰۰ PSI گاز را به ایستگاه های CGS (ایستگاه ورود گاز به شهر) می رسانند. سپس گاز با فشار حدوداً ۲۲۵ PSI به ایستگاه های TBS (ایستگاه تقلیل فشار گاز شهری) می رسد و با فشار ۶۰ PSI از ایستگاه TBS به محل مصرف کننده ارسال می شود. در محل مصرف فشار گاز از طریق رگلاتور نصب شده برای مصرف کننده به ۰/۲۵ PSI کاهش یافته و وارد ساختمان میگردد و آماده مصرف خواهد بود. استفاده از گاز طبیعی مشابه هر سوخت اشتعال پذیر دیگری خطر بروز آتش سوزی را در پی دارد. مرور تاریخچه استفاده از گاز طبیعی نشان می دهد که این سوخت فسیلی در گروه سوخت های فسیلی کم خطر قرار دارد. هرچند، هنگامی که در شرایط بخصوصی تهدید بالقوه ای برای شبکه گازرسانی پدیدار گردد که توانایی آسیب رساندن را داشته باشد، گاز می تواند بعنوان تشدید کننده بحران به حساب آید. زمین لرزه یکی از تهدیدهای بالقوه برای شبکه گاز رسانی می باشد که در صورت عدم پیش بینی تمهیدات لازم، علاوه بر خسارت های اصلی زلزله، شاهد خسارت های قابل توجه ثانویه ناشی از گاز طبیعی و حریق خواهیم بود. بمنظور مقابله با این خطرات ضروری است که مصرف کنندگان گاز و همچنین شرکت گاز و سازمان های مرتبط قدم های لازم در رابطه با فراهم نمودن سطح قابل قبولی از ایمنی به انجام رسانند. علاوه بر مصرف کنندگان و سازمان های دست اندرکار توزیع گاز، سازمان های امداد رسانی و مدیریت بحران باید سناریوهای مختلف آسیب پذیری را تعریف نموده و راهکارهای اقدام در برابر آنها را تدوین و تمرین نمایند تا در مواقع لزوم آمادگی کافی را داشته باشند.

زلزله نورثریج<sup>۲</sup> (۱۹۹۴) در تاریخ ۱۷ ژانویه سال ۱۹۹۴ در ساعت ۴:۳۱ بامداد زلزله ای به بزرگای ۶/۷ رخ داد. این زلزله سبب قطع کامل برق در شهر لوس آنجلس و مناطق اطراف شد. اداره گاز کالیفرنیا گزارش نمود که ۲۷۶۰۰۰ مورد مخاطره در بررسی های بعد از وقوع زلزله مشاهده شده است. حدود ۳۵ مورد مربوط به خطوط لوله قدیمی بوده ۱۲۳ مورد اشکال در مسیر لوله اصلی مشاهده گردید و ۳۹۴ مورد دیگر از نشت

شناسایی شد که ناشی از خوردگی ایجاد شده بودند همچنین ۱۱۷ مورد نشت در لوله های انتقال به مصرف کننده گزارش گردید. سایر مواد مربوط به اشکالات بوجود آمده در محل مصرف بودند. بیش از ۱۵۰۰۰۰ نفر از مشترکان گاز بعد از زلزله اصلی و تعدادی پس لرزه با قطعی گاز مواجه شدند. در حدود ۱۳۳۰۰۰ از موارد قطع گاز به منظور انجام اقدامات پیشگیرانه صورت گرفته بود حدود ۱۵۰۰۰ از موارد قطع گاز نیز بعلت بروز نشتی ها و اختلال در سیستم گاز رسانی انجام شده بود.

کشور لرزه خیز ما با دارا بودن شبکه گسترده گازرسانی بستر مناسبی برای تامین آسایش مردم را در خود جای داده است. در کنار این آسایش لازم است که مخاطرات ناشی از گاز طبیعی را شناسایی و آنها را کنترل نمود. با هدف به حداقل رساندن مخاطرات ناشی از زلزله در شبکه گازرسانی کشور، سیستم اضطراری ایستگاه های تقلیل فشار گاز طراحی و اجرا گردید.

این سیستم قابل نصب در ایستگاه های TBS و CGS می باشد. امکان قطع جریان گاز بر مبنای مقادیر مختلف پارامتر های حرکتی زمین در هنگام زلزله مقدور است. قابلیت Self-check بروز هرگونه خرابی احتمالی یا دستکاری را از طریق SMS اطلاع می دهد. امکان فعال سازی سیستم از طریق ارسال SMS و قطع جریان گاز در صورت نیاز (در شرایط بحرانهایی مانند طوفان، سیل و آتشسوزیهای منطقه ای و ...). راه اندازی مجدد (Reset) به دو صورت زیر امکان پذیر است:

الف : جریان گاز باید بصورت دستی توسط مسئول مربوطه با بازکردن شیر پنوماتیک برقرار می گردد.

ب : سیستم هوشمند قطع گاز پس از زلزله اصلی مجدداً بصورت خودکار راه اندازی می گردد .

قبل از توضیح این سیستم خوب است بدانیم به لحاظ استاندارد اطفای حریق گاز فقط با قطع گاز میسر می باشد . جهت اطفای حریق ناش از برق ، بنزین و ... استفاده از CO2 ، پودر ، کف و ... سفارش شده است ولی

اطفای حریق ناشی از گاز فقط با قطع گاز میسر است . این اقدام در شرایط بحرانی و خطرناک مثل زلزله فقط بصورت اتوماتیک باید انجام پذیرد و به هیچ وجه نمیتوان جهت قطع مثلا ۴۰۰ ایستگاه TBS در شهری مثل تهران امیدوار به قطع دستی گاز توسط مسئولین ( با توجه به بعد مسافت و شرایط بحرانی ) بود . باید توجه داشت که در ایستگاههای TBS کسی مستقر نیست و کنترل دستی و بستن خط لوله گاز در شرایط ذکر شده امکان پذیر نیست .

در صورت بروز زلزله مانند نورث ریج (۱۹۹۴) ویا کوبه زاپن (۱۹۹۵) بسته شدن اتوماتیک جریان گاز در ایستگاههای گاز به مثابه معجزه ای در پیشگیری از حریق نمایان خواهد شد .

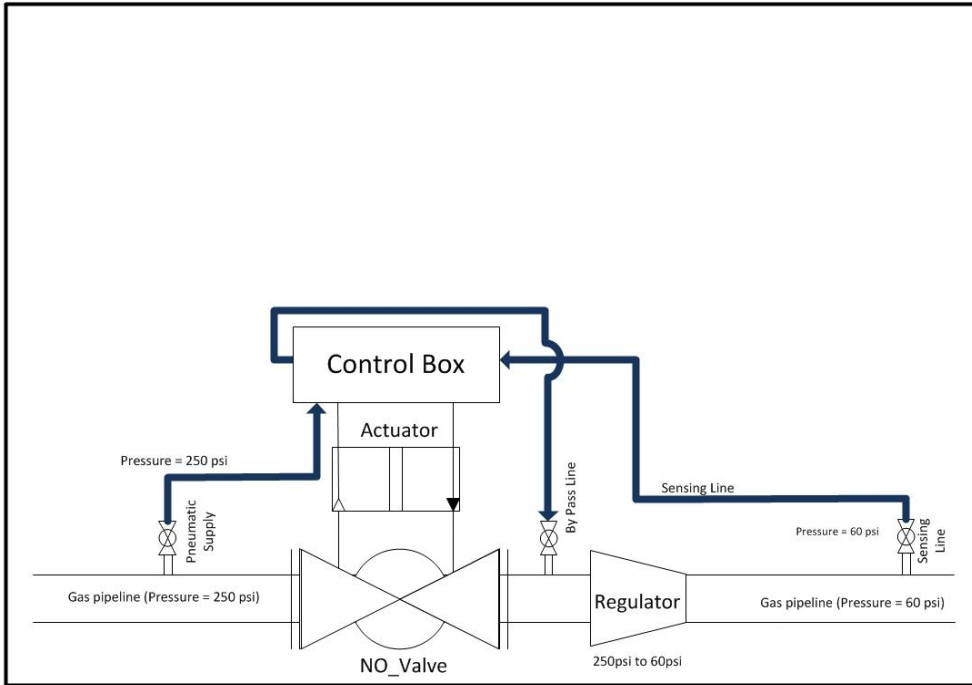
سیستم قطع اضطراری ایستگاه های تقلیل فشار گاز شامل بخش های زیر می باشد:

الف ( **Transmitter Box** : مجموعه AQC Sensor و Electronic Board را تشکیل می دهد. سه مجموعه هر یک بر روی یکی از ستون ها و در فاصل مناسب از یکدیگر نصب می گردند.

- AQC Sensor یا حسگر امواج زلزله :

در هنگام وقوع زلزله پارامتر های حرکتی زمین ( شتاب ، سرعت ، جابجایی ) توسط این پخش اندازه گیری می شوند. این مجموعه در خارج از ایستگاه نصب می گردد. حسگر دیجیتال بر مبنای آستانه تحریک مورد نظر تنظیم می گردد تا در صورت رسیدن داده ها به آستانه مورد نظر پیامی برای Transmitter Box ارسال کنند.

با توجه به متفاوت بودن پتانسیل لرزه خیزی در مناطق مختلف، همچنین میزان متفاوت آسیب پذیری تجهیزات گوناگون، آستانه فعال شدن و حساسیت قابل تنظیم می باشد. با فعال شدن سیستم، فرمانی صادر می گردد که این فرمان به صورت با سیم یا بی سیم به بخش دوم (بخش عملیات) که روی خطوط لوله گاز نصب گردیده ارسال می گردد.



شکل شماتیک خط لوله گاز در ایستگاههای TBS

پیشنهاد می گردد جهت اطمینان بیشتر از عملکرد دستگاه، ۳ سیستم AQC Sensor نصب گردد که در این حالت هر سه سیستم بصورت وایرلس به هم متصل بوده و در صورتی که امواج زلزله توسط دو سیستم از سه سیستم نصب شده تایید شوند، فرمان نهایی جهت قطع گاز صادر گردد.

- **Electronic Board**: وظیفه آنالیز پیام دریافت شده توسط AQC Sensor را بر عهده دارد و پس از آنالیز یک پیام به Receiver Box می فرستد.

ب) واحد عملیات **Operation Unit** (سیستم گیرنده و عامل):

این بخش شامل قطعات زیر می باشد:

.....  
 .....

نکته قابل توجه در سیستم عامل این است که بر خلاف تصور یک shutoff valve در مسیر لوله قرار نمیگیرد تا از حسگرها فرمان بگیرد، چراکه فشار ۲۲۵ یا ۲۵۰ PSI براحتی قابل قطع و وصل کردن با shutoff valve نیست و در ایستگاههای که ۲۰ یا ۳۰ سال از عملکردشان میگذرد اضافه کردن یک وسیله برقی ایمن نبوده و معمولا با مخالفت مسولین شرکت گاز روبرو میشود ضمن اینکه هر ایستگاه معمولا سه خط لوله دارد و به لحاظ اقتصادی نصب سه shutoff valve با فشار بالا اگر عملی باشد بسیار گران تمام میشود.

در این سیستم بجای نصب shutoff valve، در سیستم کنترل ولو پنوماتیکی موجود در خط تغییراتی ایجاد میکنیم که فرمان حسگرها باعث فعال شدن بال ولو مکانیکی موجود در خط شده و جریان گاز قطع میگردد.

این سیستم بصورت آزمایشی در ایستگاه تقلیل فشار گاز شماره ۹۲ شهرک غرب تهران با هماهنگی شرکت ملی گاز نصب گردید و پس از انجام آزمایشات گوناگون مورد تایید شرکت ملی گاز ایران و مرکز تحقیقات مهندسی زلزله دانشگاه صنعتی شریف قرار

گرفت.





حسگرها





تاریخ: ۲۸، ۳، ۹۲

شماره: ۱۲۴۹، ۲۲۰۰

پیوست:

بیتقال



دانشگاه صنعتی شریف

## گواهی آزمایش دستگاه شیر اتوماتیک گاز متصل به هشداردهنده زلزله AQC تحت اثر زلزله های شبیه سازی شده با میز لرزان

عملکرد دستگاه شیر اتوماتیک گاز متصل به هشداردهنده زلزله با نام تجاری (QuakeAlarm – AQC model) ساخت گروه صنعتی زلزله سدید با استفاده از تعدادی رکورد شبیه سازی زلزله، در روزهای ۱۹ و ۲۰ خرداد ۱۳۹۲ در محل آزمایشگاه میز لرزان دانشگاه صنعتی شریف مورد ارزیابی و کنترل قرار گرفت. داده های ورودی شامل زلزله های منجیل (۱۳۶۹)، زرنند (۱۳۸۴) و کوبه (۱۹۹۵) بوده اند که بیشینه شتاب آنها به مقدار 0.11g مقیاس شده و مورد استفاده قرار گرفتند.

مشاهدات عینی و تحلیل نتایج ثبت شده از آزمایشها نشان می دهد که دستگاه شیر اتوماتیک قطع گاز خانگی در آستانه دریافت امواج لرزه ای با دامنه شتاب 0.10g از هر یک از رکوردهای زلزله فوق الذکر فعال شده و در حین تولید صوت نسبت به قطع جریان گاز عمل می نماید. همین طور شیر اتوماتیک قطع گاز صنعتی که براساس فعال شدن دو دستگاه از سه دستگاه هشدار دهنده زلزله، عمل نموده و سیستم قطع کننده جریان گاز موجود در ایسنگاههای TBS و CGS را فعال می سازد نیز در آزمایشات گفته شده بنحو مشابهی با دریافت امواج لرزه ای با دامنه شتاب 0.10g توسط هر یک از رکوردهای زلزله فعال گردید. همچنین طی سه آزمایش جداگانه با فقط دو دستگاه هشداردهنده، عملکرد هر یک از سه دستگاه هشداردهنده مربوط به مکانیزم قطع جریان گاز صنعتی نیز مورد تأیید قرار گرفت.

دکتر فیاض رحیم زاده

رئیس مرکز تحقیقات مهندسی زلزله  
دانشکده مهندسی عمران



دکتر علی بخشی

مدیر آزمایشگاه میز لرزان  
دانشکده مهندسی عمران