مدیریت بحران در ارتباط با خطر گسلش و زمین لرزه
(مطالعه موردی منطقه دشت سیلاخور)

هیوا علمی‌زاده*،علی اصغر هدائی**

***نویسنده مسئول**: دانشجوی دکترای ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران، تهران، ایران
Email: elmizade@ut.ac.ir
**دکترای ژئومورفولوژی، استادیار موسسه آموزش عالی علمی – کاربردی هلال ایران، تهران، ایران

وصول مقاله: ۸۸/۰۹/۱۶ پذیرش مقاله: ۸۸/۱۱/۱۸

چکیده

مقدمه: زلزله به عنوان پدیده‌ای طبیعی، پیوسته در طول تاریخ باعث خرابی‌ها و از بین رفتن جان انسان‌های زیادی شده است. برنامه‌ریزی مناسب جهت پیشگیری یا کاهش آثار مخرب این پدیده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و شناسایی و پیش‌بینی نحوه عمل و نوع تاثیرگذاری آن به مدیران کمک می‌کند تا به نوشتن سناریوهای دقیق‌تری از روند بحران و نیز کنترل آن اقدام نمایند و در نتیجه سرعت عملکرد خود را در مهار بحران در حد زیادی بالا ببرند.

روش‌ها: روش بررسی بر پایه مطالعه دیرینه لرزه‌شناسی منطقه و داده‌های ژئوتکنیکی و لرزه زمین‌ساخت و عملیات میدانی انجام گرفته است. در ادامه لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از GIS تهیه و به بررسی ویژگی‌های ژئوتکنیکی منطقه اقدام شده است و در نهایت نتایج حاصله در ارتباط با تحلیل خطرپذیری منطقه، تجزیه و تحلیل شده‌اند.

یافته‌ها: وقوع زمین‌لرزه‌های اخیر در نزدیکی گسل دورود که با وقوع پدیده‌های ژئوتکنیکی متعددی از جمله اثرات ساختگاهی، روانگرایی و زمین‌لغزش همراه بوده است، فعال شدن مجدد این گسل را نشان می‌دهد. این حرکات و ریزش‌های دامنه‌ای بعضاً موجب مسدود شدن جاده‌های ارتباطی نیز گردیده است.

نتیجه‌گیری: بر پایه داده‌ها و تحلیل آنها، رویداد پدیده‌های گسلش و زمین‌لرزه در گستره دشت سیلاخور دور از انتظار نیست. همچنین زلزله‌های بزرگ سال‌های اخیر، نقش حیاتی مولفه‌های مدیریت بحران زلزله را در کنترل خطرپذیری و کاهش آسیب‌های ناشی از زلزله تایید می‌کند؛ به همین دلیل انجام اقدامات جدی و اصولی در راستای پیشگیری و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله در منطقه مذکور باید در دستور کار قرار بگیرد.

کلمات کلیدی: مدیریت بحران، زمین لرزه، گسلش، نواحی ناپایدار ژئوتکنیکی، دشت سیلاخور

مقدمه

انسان در طول تاریخ همواره با زلزله به عنوان سانحه‌ای طبیعی مواجه بوده و زیان‌های اجتماعی و اقتصادی فراوانی را بر اثر آن متحمل شده است. آنچه زلزله را به سانحه تبدیل می‌کند، عدم آگاهی انسان و ناتوانی در مواجه و برخورد با آن است. این مسئله عموماً با دخالت‌های نسنجیدهٔ انسانی در محیط‌های طبیعی، ازجمله ساخت وسازهای بی‌رویه در حریم گسل‌ها و بی‌توجهی به ضوابط و استانداردهای ساخت وساز تشدید می‌شود (۱).

این موارد موجب شده است که تهدید سوانح حاصل از وقوع پدیده‌های طبیعی به‌ویژه زلزله شدت یابد و بر اثر وقوع آن، بحران‌های زیادی در جوامع انسانی ایجاد شود. لذا مدیریت صحیح سوانح به منظور کاهش هرچه بیشتر تأثیرات سوء این موارد بر جامعه ضروری است تا با روندی نظام‌یافته در استفاده از تصمیمات اداری و سازمانی، به منظور اتخاذ سیاست‌ها و راهبردها و تخصیص منابع به جامعه برای کاهش تأثیرات مخاطرات طبیعی و سوانح محیطی و مصنوعی وابسته به آن تلاش کند.

زلزله به عنوان پدیده‌ای طبیعی، پیوسته در طول تاریخ باعث خرابی‌ها و از بین رفتن جان انسان‌های زیادی شده است. طی یکصد سال گذشته بالغ بر یک‌هزار زلزله ویرانگر در هفتاد کشور جهان به‌وقوع پیوسته و افزون بر ۱۵۰ میلیون نفر از این زلزله‌ها آسیب دیده‌اند(۲). در این زلزله‌ها بیشترین آسیب‌ها ناشی از احداث بناها در حریم گسل، عدم توجه به شدت زلزله‌خیزی منطقه و عدم وجود ساز و کار مناسب برای توزیع هماهنگ تاسیسات و امکانات شهری مورد نیاز در زمان بحران و نحوه یاری‌رسانی به آسیب دیدگان در هنگام زلزله می‌باشد(۳). در این راستا، مطالعه، شناسایی و تدوین روابط بین برنامه‌ریزی منطقه‌ای و مدیریت ریسک زلزله به منظور کاهش آسیب پذیری لرزه‌ای امری ضروری به نظر می رسد.

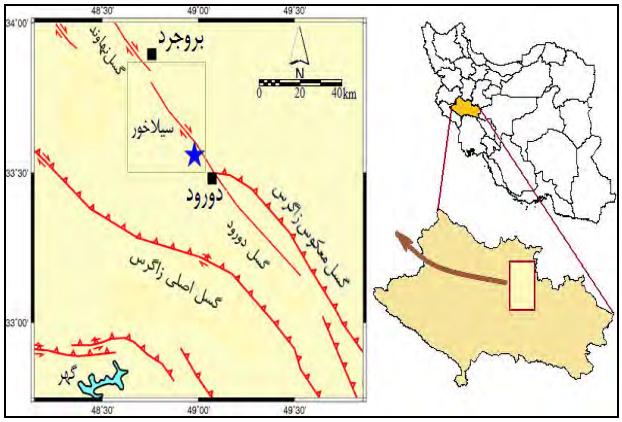
از پژوهش‌های انجام شده در این ارتباط، می‌توان به مواردی چون این مطالعات اشاره نمود: کاربرد اصول اپیدمیولوژیک[1] در مهندسی سازه‌ها به منظور ارزیابی کاهش ریسک خطر زمین‌لرزه (۴)، بررسی و تحلیل واکنش‌های اضطراری بعد از حادثه زلزله و پیشنهاد تخصیص منابع بهینه‌سازی شده (۵)، ارزیابی تاثیر مخرب سونامی۲۶دسامبر سال۲۰۰۴ را در ساختارها و زیرساخت‌های انسانی سواحل جنوب‌شرقی آسیا (۶)، تحلیل مدیریت بحران زلزله سال ۲۰۰۸ سیچوان[2] چین که فعالیت دستگاه‌های دولتی را در این زمینه ناکارامد دانست و (۷) نقش زمین‌لرزه را در تکامل کانال‌های آبراهه‌ای و تشدید حرکات لغزشی و در نتیجه تشکیل دریاچه سائولینگ[3] چین موثر ارزیابی نمود.

در مورد زمین‌لرزه۱۱فروردین۱۳۸۵درب آستانه- سیلاخور، بلافاصله موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران(۸)، مرکز ملی اطلاعات زمین‌لرزه ایالات متحده (۹) و مرکز زلزله‌شناسی اروپا- مدیترانه در فرانسه (۱۰) گزارشاتی را مخابره نمودند. و در این رابطه (۱۴،۱۳،۱۲،۱۱) نیز مطالعاتی انجام شد؛ همچنین (۱۷،۱۶،۱۵) به بررسی لرزه‌زمین‌ساخت و ژئوتکنیک لرزه‌ای در پهنه استان لرستان پرداختند. در نهایت، با بررسی‌های نظری، امکان پیش‌بینی زلزله در ایران را امری محتمل برشمردند(۱۸). در این پژوهش ویژگی‌های ژئوتکنیکی، نوزمین‌ساخت و لرزه زمین‌ساخت گستره دشت سیلاخور و پیرامون برای دستیابی به خطر زمین‌لرزه- گسلش در ارتباط با مدیریت بحران بررسی شده است. هدف اصلی این مطالعه، شناسایی و تدوین روابط بین برنامه‌ریزی منطقه‌ای و مدیریت ریسک زلزله به منظور کاهش آسیب پذیری لرزه‌ای است.

---

[1] Epidemiologic Principles
[2] Sichuan
[3] Tsaoling

روش‌ها



شکل۱- نقشه محدوده مورد مطالعه در ارتباط با گسل‌های منطقه

در راستای تحلیل مخاطرات ناشی از گسلش و زمین-لرزه در دشت سیلاخور با تاکید بر مدیریت بحران، اطلاعات آماری و اسناد و مدارک جغرافیایی اعم از نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، تکتونیک و خاک مورد بررسی قرار گرفته‌است.

دشت سیلاخور، مابین شهرهای بروجرد و دورود در استان لرستان و طول جغرافیایی ´۰۲-°۴۹ و ´۳۳-°۴۸ درجه شرقی و عرض ´۵۳-°۳۳ و ´۲۹-°۳۳ درجه شمالی، بین زون دگرگونه سنندج- سیرجان در شمال و زاگرس رورانده در جنوب واقع گردیده است (شکل۱). این دشت عمدتا از رسوبات آبرفتی پادگانه‌ای و رودخانه‌ای تشکیل شده‌است.

به منظور تشخیص مناطق و گسل‌های فعال، روش بررسی بر مطالعه دیرینه لرزه‌شناسی منطقه، کانون‌های زلزله‌های تاریخی و سده بیستم و داده‌های زمین‌شناسی و مورفولوژی استقرار یافته و طی عملیات میدانی کنترل‌های لازم صورت گرفته‌است؛ مطالعات موردی بر روی پدیده‌هایی که دارای موجودیت مکانی هستند، بدون انجام بررسی‌های میدانی ممکن نیست و همیشه این امکان را می‌دهد که برداشت‌های ذهنی را اصلاح‌کرده و با دیدی واقع-گرایانه به موضوع نگریست. به این ترتیب بازدیدهای میدانی و برداشت‌های زمینی از پدیده های زمین‌شناختی با استفاده از دستگاه GPS برای تطبیق داده‌ها با پدیده‌های واقعی و شناسایی محیط و در برخی موارد تصحیح نتایج تئوری‌های به‌دست آمده با واقعیت‌ها، طی مراحل ذکر شده انجام شده‌است. در ادامه لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از نرم‌افزار GIS در محیط ArcGIS(9.3) تهیه و سپس با ادغام آنها[1] به بررسی ویژگی‌های ژئوتکنیکی گسل‌ها و لرزه‌خیزی منطقه اقدام شده‌است و نتایج حاصله به روش GIS تجزیه و تحلیل شده است.

یافته‌ها

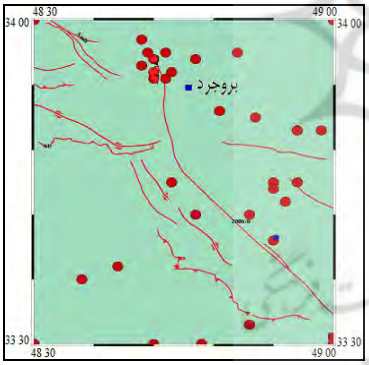
لرزه‌زمین‌ساخت منطقه: پهنه ایران به‌علت قرارگرفتن بین صفحه‌های عربی و اوراسیا و حرکت صفحه عربی به‌سوی اوراسیا (با سرعت حدود ۳/۵ سانتی‌متر در سال)، به صورت مداوم دارای فرم دگرشکلی منحصر به فردی می‌باشد. بخشی از دگرشکل‌های ناشی از حرکت صفحه عربی و نیروهای فشاری حاصل از این حرکت در پهنه زاگرس به‌صورت رخدادهای زمین‌لرزه نمایان می‌باشد و هر از چندگاهی زمین‌لرزه‌های مخربی در این پهنه رخ می‌دهند. دشت سیلاخور به علت قرار داشتن بر روی ایالت لرزه‌زمین‌ساخت زاگرس از نواحی لرزه‌خیز ایران می‌باشد. وقوع زمین‌لرزه‌های مخرب در سیمره، سیروان، دره سیلاخور و بروجرد در ادوار مختلف تاریخی بهترین گواه لرزه‌خیزی این منطقه می‌باشد. این زمین‌لرزه‌ها، ناشی از کوتاه شدگی پی‌سنگ زاگرس در اثر تغییر عملکرد گسل‌های عادی پی‌سنگ (با شیبی به سمت شمال‌شرقی) به صورت گسل‌های معکوس با شیب زیاد می‌باشد. در اکثر زمین‌لرزه‌های این ناحیه وجود یک گسلش رانده با مولفه امتداد لغز یا گسل امتدادلغز با مولفه شیب لغز معکوس قابل توجه می‌باشند.

سابقه لرزه‌خیزی منطقه دشت سیلاخور نشان می‌دهد که در حدود ۵۲۸ رویداد لرزه‌ای در ۳ سال گذشته رخ داده است که بزرگترین آنها زمین‌لرزه ۶/۱ ریشتری درب آستانه سیلاخور در تاریخ یازده فروردین سال

[1] -Overlay

۱۳۸۵ است که ۶۶ کشته و حدود۱۲۸۰نفر مجروح داشت و در ۳۳۰ روستا در منطقه دشت سیلاخور، تلفات، صدمات و خسارات متعددی ایجاد کرد[۱]. در منطقه متأثر از این زلزله دو شهر عمده بروجرد و دورود قرار دارند. فاصله بروجرد تا روستای درب‌آستانه که متحمل بیشترین تلفات و خسارات گردید، ۲۷ کیلومتر و فاصله دورود تا این روستا ۳۷ کیلومتر می‌باشد. همچنین وقوع هشت زمین‌لرزه از ۱۱ الی۱۳ اردیبهشت ۱۳۸۴ با بزرگای ML=۴/۹ و۱۷زمین‌لرزه متوالی با بزرگای۴- ۲/۵ =ML در فاصله زمانی۱ الی ۷ آذر ۱۳۸۳ در منطقه همگی دلالت بر فعالیت بالای لرزه‌ای این منطقه دارد. وقوع این زمین‌لرزه در نزدیکی راستای گسل اصلی زاگرس (گسل دورود) احتمال فعال شدن مجدد این گسل را در زلزله اخیر نشان می‌دهد. بررسی پیشینه لرزه‌خیزی سده بیستم و دستگاهی (شکل۲) نشان می‌دهد که چندین رویداد بزرگ نیز در این منطقه رخ داده است که مهم‌ترین آنها عبارتند از :

- **زمین‌لغزه سیمره:** زمین‌لغزه سیمره در زاگرس با حجمی از واریزه‌ها به میزان ۲۰۰۰۰ متر مکعب یکی از بزرگ‌ترین زمین‌لغزه‌های گزارش شده در نیمکره شرقی کره زمین بوده که احتمالاً در اثر وقوع یک زمین‌لرزه عظیم و فعالیت گسل جنبای کبیرکوه به‌صورت یک گسل معکوس لرزه‌زا که در یال جنوب‌غربی این تاقدیس قرار دارد، تشکیل شده‌است. در بیش از ۱۰ هزار سال پیش، لغزش قطعه‌ای از سنگ آهک‌های آسماری (ترشیاری) به طول ۱۵ کیلومتر و ضخامت ۳۰۰ متر از دامنه شمالی تاقدیس کبیرکوه در رشته کوههای زاگرس باعث تخریب و ویرانی دو روستا و یک پل گردیده است. این قطعه حدود۲۰ کیلومتر از محل اولیه خود به‌سمت جنوب لغزیده است. رویداد این زمین‌لغزش با تشکیل دریاچه‌هایی همراه بوده که رسوبات آنها در شمال‌غرب این زمین‌لغزه مشاهده می‌شود. بنابر سن‌سنجی رسوبات قاعده این دریاچه‌های قدیمی به روش رادیو کربن، سن تشکیل آنها ۱۲۰±۱۰۳۷۰ سال قبل تعیین شده‌است.
- **تشکیل دریاچه گهر:** دریاچه گهر واقع در ۲۹ کیلومتری جنوب دورود، به احتمال زیاد در اثر وقوع یک زمین‌لرزه به بزرگای زیاد و بسته‌شدن دره گهر توسط یک سنگ ریزش عظیم به وجود آمده است. این دریاچه کوهستانی که بر روی گسل اصلی امروزی زاگرس (بخش دورود) قرار دارد، بر پهنه رومرکز زمین‌لرزه فاجعه بار دره سیلاخور ۱۲۸۷/۱۱/۳ هـ.ش با بزرگای Ms=۷/۴ منطبق است. بنابراین احتمالاً در اثر جنبش گسل دورود و رویداد یک زمین‌لغزش سنگ‌ریزش تشکیل گردیده است.



شکل۲- پراکنش مکانی زمین‌لرزه‌های بزرگ‌تر از ۵ ریشتر در ارتباط با گسل‌های دشت سیلاخور در یک قرن گذشته

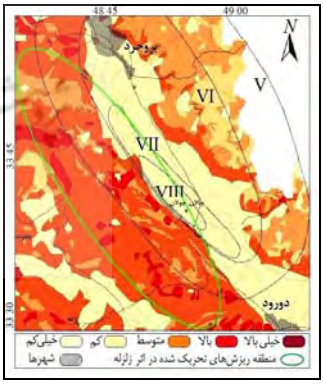
پدیده‌های ژئوتکنیکی دشت سیلاخور مرتبط با زمین‌لرزه:

لرزه‌خیز بودن منطقه، به‌ویژه زلزله اخیر درب‌آستانه با وقوع پدیده‌های ژئوتکنیکی متعددی از جمله اثرات ساختگاهی، روانگرایی و زمین‌لغزش همراه بوده‌است که در قالب ناپایداری‌های ژئوتکنیکی که ساخت و ساز

[۱]- همچنین می‌توان به زمین‌لرزه ۲ تیر ۲۵۱ هـ.ش سیمره (۸۷۲/۶/۲۲ م.)با حدود ۲۰۰۰۰ تن کشته، زمین‌لرزه ۳ بهمن ۱۲۸۷ هـ.ش سیلاخور (۱۹۰۹/۱/۲۳ م.)که در آن۱۲۸روستا آسیب دید که از بین آنها ۶۴ آبادی به کلی ویران شد و شمار کشته شدگان در آنها بین ۶۰۰۰ تا ۸۰۰۰ نفر برآورد شده است و زمین لرزه حیدر آباد ۱۹۶۱/۱۰/۲۸اشاره نمود.

در آنها بایستی ممنوع شود، مورد بررسی قرار می‌گیرند:

الف) **نواحی مستعد حرکات دامنه‌ای**: شامل کلیه شیب‌ها و دامنه‌ها که در هنگام وقوع زلزله به راحتی از بدنه اصلی جدا شده و کلیه بناهایی که بر روی آنها ساخته شده و یا در معرض ریزش آنها قرار گرفته است را تخریب می‌نماید. این نواحی گاه در حالت عادی پایدار می‌باشند؛ امّا در هنگام بروز لرزش‌های شدید دچار ناپایداری می‌شوند و یا حتی در اثر نفوذ جریان آب و یا نفت ناشی از ترکیدگی لوله‌ها در هنگام زلزله بر شدت ناپایداری آنها افزوده می‌شود. پوشیده‌بودن محدوده مورد مطالعه از رسوبات عهد حاضر، مارن، ماسه سنگ و آهک الیگومیوسن، در ارتباط با شیب توپوگرافی شرایط را برای وقوع حرکات دامنه ای به‌ویژه ریزش و زمین‌لغزش فراهم کرده است (شکل۳). تعداد بسیاری از زمین لغزش‌هایی که در اثر بارندگی‌های قبلی در منطقه ایجاد شده و فعال بوده‌اند (مخصوصا در غرب بروجرد) در اثر زلزله تحریک شده و حرکت‌های قابل توجهی از خود نشان داده‌اند. این حرکات و ریزش‌های دامنه‌ای بعضاً موجب مسدود شدن جاده‌های ارتباطی گردیده است (شکل۴).



شکل۳- نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش به همراه مناطق هم‌شدت زلزله در دشت سیلاخور

شکل۴- ریزش ایجاد شده در اثر زلزله در مسیر جاده بروجرد به خرم آباد

ب) **نواحی مستعد روانگرایی**: روانگرایی در هنگام وقوع زلزله به شدت فعال می‌گردد و لزوم پیش‌بینی این پدیده و پرهیز از احداث ابنیه در مناطق مستعد روانگرایی و یا بهسازی این زمین‌ها از جمله اقدامات لازم می‌باشد. شرایط ژئومورفولوژیکی و نوع نهشته‌های دشت سیلاخور و اطراف، استعداد قابل ملاحظه این دشت را برای وقوع روانگرایی به هنگام زمین‌لرزه نشان می‌دهد. نهشته‌های سطحی دشت سیلاخور از رسوبات رسی تشکیل شده است که در عمق ۵ تا ۱۰متری لایه‌های ماسه‌ای مشاهده می‌گردد. ضخامت زیاد نهشته‌ها به همراه تراکم کم آنها می‌توانند در صورت بالا بودن سطح آب زیرزمینی، پتانسیل روانگرایی را بالا ببرند. در این رابطه طی زلزله درب آستانه مناطق مختلفی از دشت سیلاخور روانگرا شده و در برخی مناطق گسترش جانبی[1] نیز رخ داده است. به‌طور نمونه نمونه در جنوب‌غربی دشت سیلاخور (جنوب‌شرق روستای لبان) روانگرایی به‌صورت خروج حجم زیاد ماسه از شکاف‌هایی با راستای ۱۰۰درجه مشاهده گردیده است. همراه با خروج ماسه بخش‌های وسیعی از کناره رودخانه سیلاخور در اثر کاهش ضخامت لایه ماسه نشست کرده و به‌صورت حرکات توده‌ای (گسترش جانبی) به سمت رودخانه هجوم برده‌اند. همچنین در قسمت‌های شمالی دشت سیلاخور (غرب و جنوب روستای عربان) روانگرایی رخ داده است.

[1] Lateral Spreading

ج) نواحی مستعد گسلش: گسل‌های کوچک و بزرگ که یا خود عامل بروز زلزله بوده و یا در اثر حرکات تکتونیکی از حالت غیر فعال به گسل‌های فعال تبدیل شده‌اند، نقش مهمی در ناپایداری زمین و بروز خطرات ناشی از زلزله دارا می‌باشند. به‌طورکلی روندهای ساختاری فعال و گسل‌های لرزه زا در دشت سیلاخور امتداد شمال‌غربی جنوب‌شرقی دارند و اصلی‌ترین این گسل‌ها در محدوده گسل اصلی زاگرس و گسل دورود می‌باشند.

- گسل اصلی زاگرس[1] به‌عنوان یک گسل امتدادلغز راستگرد جنبا و لرزه‌زا با روند شمال‌غربی- جنوب-شرقی در ادامه شمال‌غربی گسل معکوس اصلی زاگرس[2] شناسایی شده است. شواهد زمین‌شناسی دال بر جابه‌جایی راستگرد به میزان ۱۰ تا ۶۰ کیلومتر توسط بخش‌های دورود و نهاوند از گسل اصلی امروزی گزارش شده‌است. اگر لغزش در سطح این گسل از پلیوسن (۵ میلیون سال پیش) شروع شده باشد، نرخ میانگین لغزش سالانه این گسل ۴۰ میلی‌متر خواهد بود. سازوکار ژرفی زمین‌لرزه‌ها و توان لرزه‌زایی گسل اصلی زاگرس از سایر زلزله‌های کمربند چین خورده- رانده زاگرس متفاوت است. این زمین‌لرزه‌ها بزرگای بیشتری نسبت به سایر زمین‌لرزه‌های این کمربند داشته و یک سازوکار ژرفی گسلش امتدادلغز با مؤلفه معکوس را نشان می‌دهند. این گسل از نظر لرزه‌خیزی فعال بوده و چندین زمین لرزه مخرب در طول آن رخ داده است که در ارتباط نزدیک با قطعات گسلی مستقل بوده و این قطعات گسلی یک الگوی تغییر شکل راستالغز راستگرد را شکل داده‌اند.
- گسل دورود با طول ۱۰۰ کیلومتر، جنوبی‌ترین قطعه گسلی اصلی زاگرس محسوب می‌گردد. این گسل در شمال‌غربی شهر دورود، حد جنوبی دره سیلاخور را در نهشته‌های کواترنری پسین رودخانه آبیدز تشکیل می‌دهد[3]. سازوکار گسل دورود راستالغز راستگرد همراه با یک مولفه قائم کوچک می‌باشد؛ به‌طوری که بخش جنوب‌غربی آن نسبت به بخش شمال‌شرقی به سمت بالا حرکت کرده‌است. زمین‌لرزه سال۱۹۰۹میلادی (۱۲۸۷/۱۱/۳ هـش) سیلاخور با بزرگای Ms=۷/۴ مهم‌ترین رویداد لرزه‌ای مرتبط با این گسل می‌باشد. پرتگاه گسلی ایجاد شده در اثر این رویداد با جابجایی قائم سطح زمین به میزان یک متر همراه بوده‌است.

در این رابطه جلوگیری از احداث بناها در نزدیکی گسل‌ها و یا برنامه‌ریزی مناسب در جهت مقاوم‌سازی سازه‌هایی که در نزدیکی گسل‌ها ساخته می‌شوند. از جمله عوامل مورد توجه در مدیریت بحران می‌باشند. این پدیده‌ها که مورد توجه سازمان‌های بین‌المللی در مطالعات ریز پهنه‌بندی است، می‌تواند نقش مهمی در طراحی مناسب مناطق سکونت‌گاهی داشته‌باشد که باید قبل از هرگونه طراحی و به‌خصوص در هنگام جانمایی شهرها و شهرک‌ها مورد توجه قرار بگیرد. در این رابطه توجه به مسائل ژئوتکنیک لرزه‌ای می‌تواند منجر به کاهش بسیاری از حوادث و خطرات احتمالی گردد.

د) اثرات ساختگاه در شدت ارتعاش زمین: در مناطق مختلف یک ساختگاه(منطقه سکونت‌گاهی) نحوه ارتعاش خاک متفاوت است. بر اساس نقشه هم‌شدت زلزله که در (شکل۳) نمایش داده شده‌است، در منطقه دشت سیلاخور، منحنی‌های هم شدت به شکل بیضی‌های کشیده‌ای هستند که فشردگی آنها در جهت هر دو قطر نامتقارن است. در سوی جنوب‌غرب قطر کوچک‌تر (با راستای شمال‌شرق- جنوب‌غرب) منحنی‌ها بیشتر از شمال‌شرق به یکدیگر فشرده شده و درنتیجه شدت سریع‌تر افت نموده است. عدم تقارن در این جهت بیشتر از جهت قطر بزرگتر بیضی‌ها بوده است؛ به‌این ترتیب در مناطق شمال‌غرب ساختگاه‌هایی

[1] Main Recent Fault(MRF)
[2] Main Zagros Reverse Fault(MZRF)

[3] اثر گسل دورود را با تعقیب چشمه‌های آبی که در دره سیلاخور مشاهده می‌شوند، می‌توان شناسایی نمود.

با پریود پایین و در مناطق مرکزی و جنوبی پریودهای بالا غالب می‌باشند. در طراحی ابنیه و تعیین تراکم سکونت‌گاهی لازم است از احداث ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد و زیاد و تاسیسات مهم در مناطق دارای ارتعاش شدید پرهیز گردد و مشخصات ساختمان‌ها اعم از ارتفاع و سیستم سازه‌ای باید به‌گونه‌ای اختیار گردد که پریود طبیعی آن حتی‌الامکان از محدوده پریودهای طبیعی و دینامیکی ساختگاه فاصله داشته باشد. همچنین لازم است در هر منطقه، ارتفاع و تراکم ساختمان‌ها با توجه به نحوه ارتعاش ساختمان‌ها در زلزله‌های حوزه‌های دور و نزدیک تعریف شود.

بحث

هرگاه تعادل بین نیازمندی‌ها و توانمندی‌های موجود در یک سیستم زنده و پویا که تابع قوانین و اصول تعیین شده می‌باشد، بنا بر هر دلیلی برهم بخورد، سیستم دچار بحران می‌گردد و هرآنچه با تاثیر خود بر یک سیستم، موجب برهم خوردن تعادل بین توانمندی‌های و نیازمندی‌های سیستم گردد، عامل ایجاد بحران نامیده می‌شود(۱۹). همواره آغاز بحران نیازمند وقوع حادثه طبیعی یا غیر طبیعی نیست؛ گاه سوء مدیریت یک سیستم، یا ضعف در قوانین مصوب جامعه و یا نظارت بر حسن اجرای آن قوانین هم می‌تواند به‌عنوان عامل ایجاد بحران مطرح گردد. مدیریت بحران فرآیند برنامه‌ریزی جهت رویارویی و پاسخ به عوارض سوانح است که شامل پیشگیری، کاهش خسارات و آمادگی در برابر سوانح در زمان پیش از رخداد و امدادرسانی، اسکان موقت و بازسازی در زمان پس از رخداد سانحه است. در چرخه مدیریت بحران مجموعه اقدامات مربوط به مراحل پیش از رخداد و پس از رخداد وابستگی متقابل دارند، به‌گونه‌ای که برنامه‌ریزی برای کاهش خسارات و آمادگی در برابر سانحه منجر به امداد رسانی بهتر و برنامه بازسازی مناسب منجر به کاهش خسارات سوانح آینده می‌شود(۲۰). با توجه به‌اینکه فعالیت مدیریت بحران جدای از فعالیت‌ها و برنامه‌ریزی‌های جاری نبوده، از این رو مدیریت بحران به عنوان جزئی از برنامه‌ریزی توسعه در کشور به شمار می‌رود. زلزله‌های بزرگی که در سال‌های اخیر رخ داده‌است، نقش حیاتی مولفه‌های مدیریت بحران زلزله را در کنترل خطرپذیری و کاهش آسیب‌های ناشی از زلزله تایید می‌کند. این زلزله‌ها نه تنها منجر به بروز خسارت‌های جانی و مالی فراوان در هنگام وقوع زلزله گردیده، بلکه مشکلات پس از زلزله‌ها نیز به اندازه‌ای زیاد بوده است که آسیب‌ها و خسارت‌ها را چندین برابر نموده‌است. وجود بافت‌های فرسوده بدون راه‌های شریانی مناسب، عدم وجود امکانات و زیرساخت‌های لازم، عدم پیش‌بینی اماکن امدادرسانی، شیوه امدادرسانی، ناامنی، آگاهی اندک شهروندان از شیوه مواجهه با بحران زلزله، خسارات و صدمات شدیدی را به همراه داشته‌است و مدیران و برنامه‌ریزان باید به آن توجه داشته‌باشند. به‌همین دلیل انجام اقدامات جدی و اصولی در راستای پیشگیری و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله باید در دستور کار قرار بگیرد. به‌منظور دست‌یابی به برنامه جامع کاهش خطرپذیری، علاوه‌بر مطالعات کافی و جامع، توجه به شناخت نقاط آسیب و بحران ضرورت دارد. طراحان و مهندسان شهری باید برنامه‌های ویژه‌ای برای کنترل بحران و کاهش خطرپذیری منظور نمایند. سازمان‌های رسمی خصوصاً تشکل‌های موثر در مدیریت بحران مانند هلال احمر، سازمان نظام مهندسی ساختمان و سازمان‌های پیشگیری و مدیریت بحران و شهرداری‌ها و شوراهای اسلامی شهر با هماهنگی ارگان‌های دولتی باید با اختصاص اعتبار و توجه ویژه، فرهنگ مدیریت بحران را به جامعه و مدیران مربوطه یادآوری نمایند(۱۶و۱۷).

بر پایه داده‌ها و تحلیل آنها رویداد پدیده‌های گسلش و زمین‌لرزه در گستره دشت سیلاخور دور از انتظار نیست؛ زمین لرزه‌های متعدد نمایانگر توانمندی بالای

لرزه خیزی این ناحیه و احتمال گسیختگی در راستای گسل‌های منطقه می‌باشد. زلزله اخیر منطقه با نمونه‌های متعددی از ایجاد روانگرایی همراه بوده است که در نوع خود درمیان زلزله‌های ایران کم‌نظیر است. حرکت لغزش‌هایی که از قبل موجود و فعال بوده‌اند، طی زلزله تشدید شده و بعضاً موجب بسته‌شدن جاده‌های ارتباطی شده‌اند. همچنین تعداد زیادی ریزش به‌ویژه در ارتفاعات جنوبی منطقه رخ داده است و تفاوت تخریب در مناطق قرار گرفته بر روی آبرفت‌ها با مناطق واقع در دامنه‌های سنگی، از جمله آثار ساخت‌گاهی است که به‌وضوح و در پهنه‌ای وسیع مشاهده می‌گردد. در این منطقه، همراه رویداد زمین‌لرزه چندین پدیده ژئوتکنیکی نامطلوب و ویرانگر برای انواع سازه‌ها و تاسیسات مربوط به‌وجود آمده‌است که مهم‌ترین آنها عبارتند از :

۱- آثار جابجائی زمین ناشی از جنبش گسله‌های جنبا (حرکت برشی گسله)

۲- تکان‌های شدید زمین به سبب گذر موج‌های زمین‌لرزه

۳- روانگرایی و یا نشست زمین به‌سبب لرزش و عمل آبهای نفوذی

با توجه به احتمال فعال شدن مجدد گسل‌ها، لازم است تا ایجاد سکونت‌گاههای جدید در مسیر حاشیه گسل‌های اصلی و فعال ممنوع شود. یکی از راهکارهای اساسی برای کاهش صدمات ناشی از زلزله، جلوگیری از ادامه ساخت و سازها در مناطق پر خطر می‌باشد. انعطاف پذیری فرم شهر، همجواری و تناسب کاربری ها با یکدیگر، توزیع متناسب تراکم‌های شهری، داشتن شبکه ارتباطی کارآمد و دارای سلسله مراتب و ساخت تاسیسات زیربنایی و زیرساخت‌های شهری به صورتی مطمئن و مقاوم و قابل ترمیم از جمله عواملی است‌که می‌توانند به میزان زیاد تاثیرات و تبعات ناشی از زلزله را تقلیل دهند. از آنجایی که احتمال خطر واقعی زمین‌لرزه[1] تابعی از خطر لرزشی[2] و آسیب‌پذیری ارزش[3] می‌باشد؛ عواملی مانند آسیب‌پذیری سازه‌های فرسوده و قدیمی و همچنین ساختمان‌های جدید ولی نامقاوم در برابر نیروهای زمین‌لرزه، اهمیت ویژه‌ای در بالابردن خطر واقعی دارند. پهنه‌بندی زمین‌لرزه و کلیه برآوردهای شتاب حرکت افقی و شدت تخریب نسبی در برنامه ریزی های کلی طرح‌های عمرانی و کمک‌رسانی برای کاهش خسارت‌های ناشی از گسلش و زمین‌لرزه در گستره دشت سیلاخور مورد استفاده می‌باشد. از این‌رو برای تعیین پارامترهای لازم طراحی مقاوم در برابر زمین‌لرزه در مورد سازه‌های مهم و یا همگانی[4] بررسی‌های ژئوتکنیکی دقیق برای شناخت ویژگی‌های محل ساخت هر یک از آنها ضرورت دارد و بر پایه نتایج بدست آمده ضرایب شتاب سرعت و جابجائی زمین تعدیل و سپس به‌کار گرفته شود. تعیین محل دقیق رویدادهای لرزه‌ای نقش اساسی در شناسائی گسل مسبب آن رویدادها دارد و دریافت اطلاعات لرزه‌ای تفصیلی از منطقه می‌تواند به شناخت دقیق‌تر از وضعیت لرزه‌خیزی منطقه کمک کند. همچنین با توجه به سابقه لرزه‌خیزی دشت سیلاخور تاسیس یک ایستگاه لرزه‌نگاری باند پهن دائم به منظور مانیتورینگ لرزه‌ای پیوسته منطقه کاملاً ضروری به نظر می‌رسد و برای درک مرکزهای انباشتگی کهلرزه‌ها و دست‌یابی به گسله‌های فعال کنونی، باید شبکه هندسی دقیق و کاملی از لرزه‌نگار تهیه و با زمان‌گیری دقیق و یکسان برای کلیه دستگاه‌ها و سایر بررسی‌های تکمیلی، اقدام به بررسی کهلرزه‌ای گستره نمود. عواقب ناشی از زلزله به شیوه عملکرد سه گروه سیاستگذاران، متخصصان و مجریان بستگی دارد. بنابراین اگر این سه گروه هماهنگ و خوب عمل کنند و وظیفه خود را مطابق با معیارهای علمی انجام دهند،

[1] earthquake risk
[2] seismic hazard
[3] value vulnerability
[4] مانند بیمارستان . مدرسه . سد . فرودگاه . پالایشگاه . سیلو . منابع آب و سوخت و مراکز امداد رسانی

خطرات ناشی از زلزله کاهش پیدا می‌کند؛ در غیر این صورت زلزله خسارت بار و فاجعه‌آمیز خواهد بود.

فهرست منابع

1. Afshar B, Mirzaei K, Nourbakhsh, et al. Right orientation effect on ground motion in the earth quake 11 April 1385 - Silakhor, Journal of Geophysics, 1387; 2 (1): 63-78. [in Persian]
2. Pakzad M, Mirzaei N. Focal mechanism determination of 31 March 2006 Darb-e-Astaneh Silakhor earthquake, J. Earth and Space Physics,2008; 33(3): 73-8.[in Persian]
3. Institute for Seismology, International Institute of Earthquake Engineering and Seismology: Earthquake immediate reports 11 April 1385 (Silakhor). 1386:87. [in Persian]
4. Jafari K; Mahdavi Far,Kheshavarz M. Studies on Geotechnical Earthquake in Lorestan Province, International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, Seismology Institute,1378; 67. [in Persian]
5. Heidari M, Psndzadh, M. review preliminary seismicity, seismic ground construction and seismic hazard ,Lorestan province, International Institute of Seismology and Earthquake Engineering, Institute,1378;P:12. [in Persian]
6. Zare M. Evaluation of the theoretical possibility of predicting earthquakes in Iran. International Institute of Seismology and Earthquake Engineering 1386; 9 (4): 1-9. [in Persian]
7. Zamani A ,Tabay M. Distribution of quantitative measurement of space time after all the land earthquake,Earthquake 1385 Silakhor, Earth Sciences, 1386;17 (65): 70-79. [in Persian]
8. (No author).Geological studies in Boroujerd. Geological Center,1370(Persian date) :23. [in Persian]
9. Saeedi, AR. Equilibrium theory in crisis management, construction, 1385,31: 40-43. [in Persian]
10. Mokhberi M. Earthquake Disaster Management, Journal of Construction Engineering Organization, 1388; 61: 59-52. [in Persian]
11. Taghaboni M, Islam A .Earthquake reported Tbryjan –Boroujerd at 1384(persian date), International Institute of Earthquake Engineering and Seismology. (1384):56.
12. Chen.N: Institutionalizing public relations: A case study of Chinese government crisis communication on the 2008 Sichuan earthquake, Public Relations Review, 2009 35(3) :187-198.
13. Fiedrich. F, Gehbauer. F ,Rickers.U Optimized resource allocation for emergency response after earthquake disasters, Safety Science, 2000; 35(1-3): 41-57.
14. Gatignon. A, Van Wassenhove. L, Charles. A (): The Yogyakarta Earthquake: Humanitarian relief through IFRC's decentralized supply chain, International Journal of Production Economics, In Press, Accepted Manuscript, 2010:1-26.
15. Ghobarah. A, Saatcioglu. M, Nistor. I. The impact of the 26 December 2004 earthquake and tsunami on structures and infrastructure, Engineering Structures, 2006; 28(2): 312-326.
16. http://earthquake.usgs.gov/
17. http://www.emsc-csem.org/
18. http://irsc.ut.ac.ir/
19. Wagner R.M, Jones N, Smith G. Risk factors for casualty in earthquakes: The application of epidemiologic principles to structural engineering, Structural Safety, 1994; 13(3):177-200.
20. Yin-Sung Hsu, Yu-Hsiung Hsu. Impact of earthquake-induced dammed lakes on channel evolution and bed mobility: Case study of the Staling landslide dammed lake, Journal of Hydrology, 2009: 374(1-2): 43-55.

Crisis Management in Faulting and Earthquake

(Case Study: Silakhor plain)

١- **Corresponding author**: Elmizadeh H, PhD in Geomorphology, School of Geography, University of Tehran, Iran

Email: elmizade@ut.ac.ir

٢- **Hodaei A**, PhD in Geomorphology, Assistant Professor of Institute of Applied Science & Technology, Tehran, Iran

Received: ٠٧/١٢/٢٠٠٩ **Accepted:** ٠٧/٠٢/٢٠١٠

Abstract:

Background

Earthquake as a natural phenomenon always has caused death, destruction and serious damage throughout history. With effective operation and appropriate planning to predict and prevent earthquake side effects, crisis mangers can present precise scenarios in order to control the process and also enhance their performance in disasters for betterment of handling.

Methods

This research is done based on the longstanding regional seismology, geotechnical data, seism tectonics and field operations. Information layers and geotechnical characteristic of the region were provided and evaluated by GIS. In the end, the results of risk analysis were analyzed.

Findings

Doroud fault was activated based on the recent earthquakes occurrence in its vicinity, which was accompanied by geotechnical phenomena such as liquefaction and landslides. Sometimes the movements and debris block the roads.

Conclusion

The data and their analysis show that there will be faulting and earthquake in plain of *silakhor*. In recent years, large earthquakes confirm the critical role of crisis management components in the earthquake control and risk reduction. So, serious measures and principles should be taken in order to prevent and minimize risk of earthquake in the region.

Keywords: crisis management, earthquake, faulting, geotechnical unstable areas, *Silakhor* plain