



گزارش مصور از فرونشست و فروریزی زمین در ایران

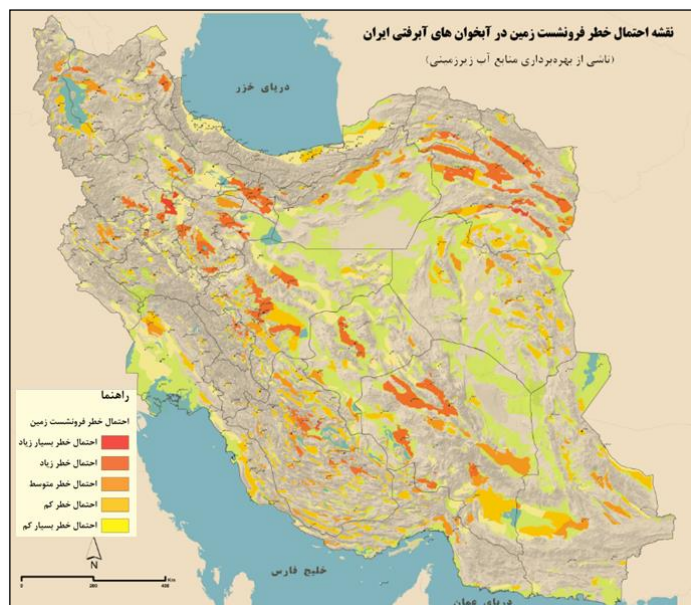
با تاکید بر گستره تهران

دکتر علی بیت اللهی

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
دبیرکارگروه ملی مخاطرات زلزله، لغزش لایه های زمین، ابنیه، ساختمان و شهرسازی

سخن آغازین

سابقه فرونشست زمین در ایران به بیش از ۴۰ سال می رسد. فرونشست در اکثر دشتهای و آبخوان های ایران رخ داده و گزارش شده است. هر دشتی که افت سطح آب زیرزمینی دارد (همه دشت های ایران) مسلماً فرونشست زمین نیز در آنجا در حال رخداد است. نرخ فرونشست در بسیاری از مناطق مستعد در حال گسترش است. فرونشست در ایران به دلیل برداشت بی رویه آب های زیرزمینی بوده و نتیجه آن کمبود آب و تبدیل بسیاری از دشت ها به کانون های گرد و غبار است. برداشت بی رویه از منابع آب زیرزمینی کشور موجب گردیده که میزان افت سالیانه سطح آب سفره های زیرزمینی در اغلب دشتهای کشور به حد بحرانی برسد. از ۶۰۹ دشت کشور، تا



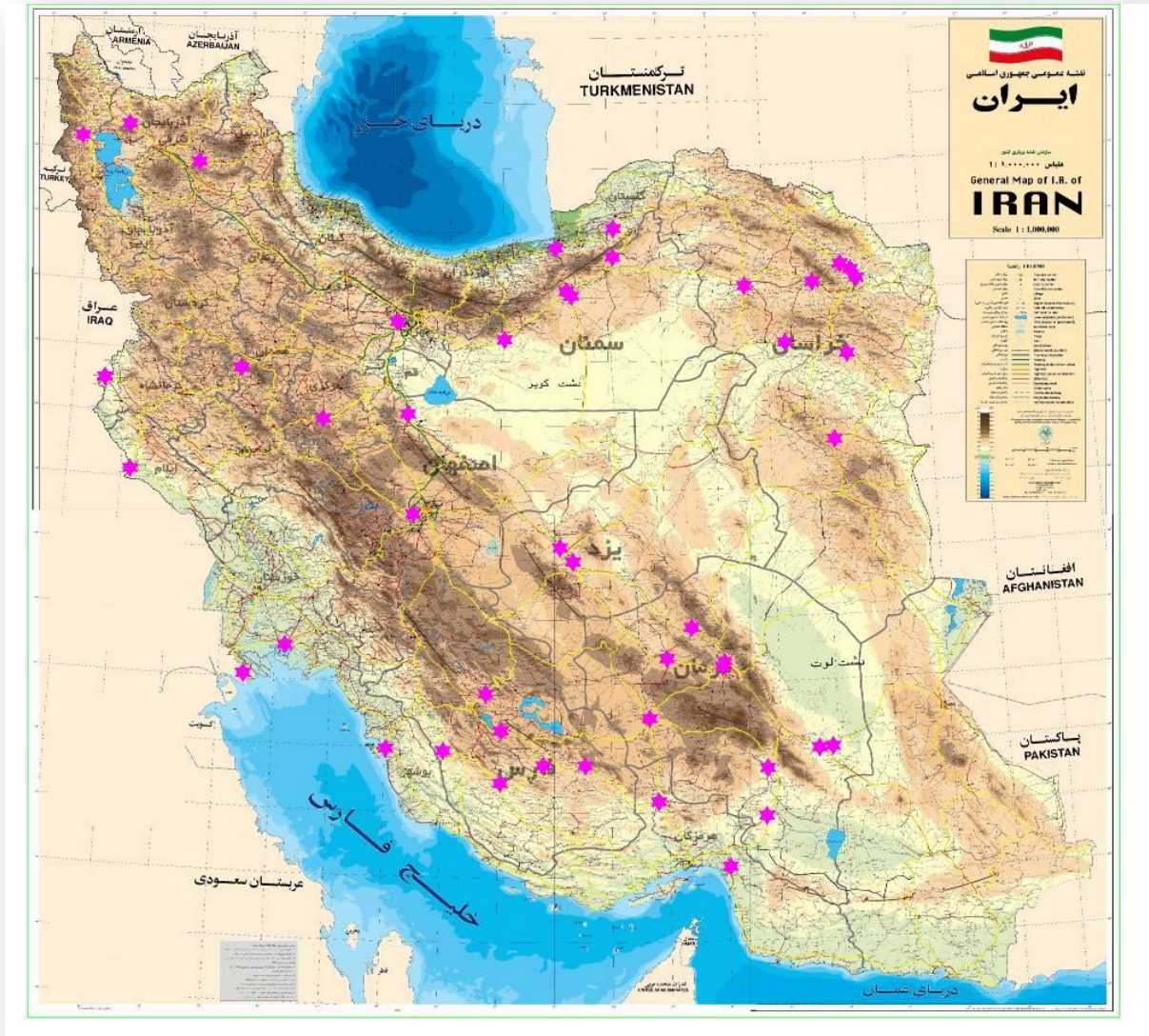
سال ۱۳۹۴ تعداد ۳۰۹ دشت از نظر توسعه برداشت آب زیرزمینی ممنوعه اعلام شده است، ۳۰۰ دشت دیگر کشور نیز یا فاقد منابع آب زیرزمینی شیرین قابل توجه و یا دارای آبهای شور و فاقد کیفیت مناسب است.

به عنوان مثال میزان فرونشست در دشت رفسنجان، زرنند، مشهد و قزوین به میزان ۳۰، ۲۵، ۲۵ و ۲۴ سانتیمتر بر سال است. نرخ فرونشست زمین در محدوده دشت تهران - شهریار حدود ۱۷ سانتیمتر بر سال بوده که برداشت های جدید این میزان را در سال های ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ به ترتیب حدود ۲۴ و ۳۶ سانتیمتر بر سال نشان میدهد. منطقه جنوب و جنوب غربی تهران یکی از مناطق بسیار مهم است که فرونشست در آن گزارش شده است.

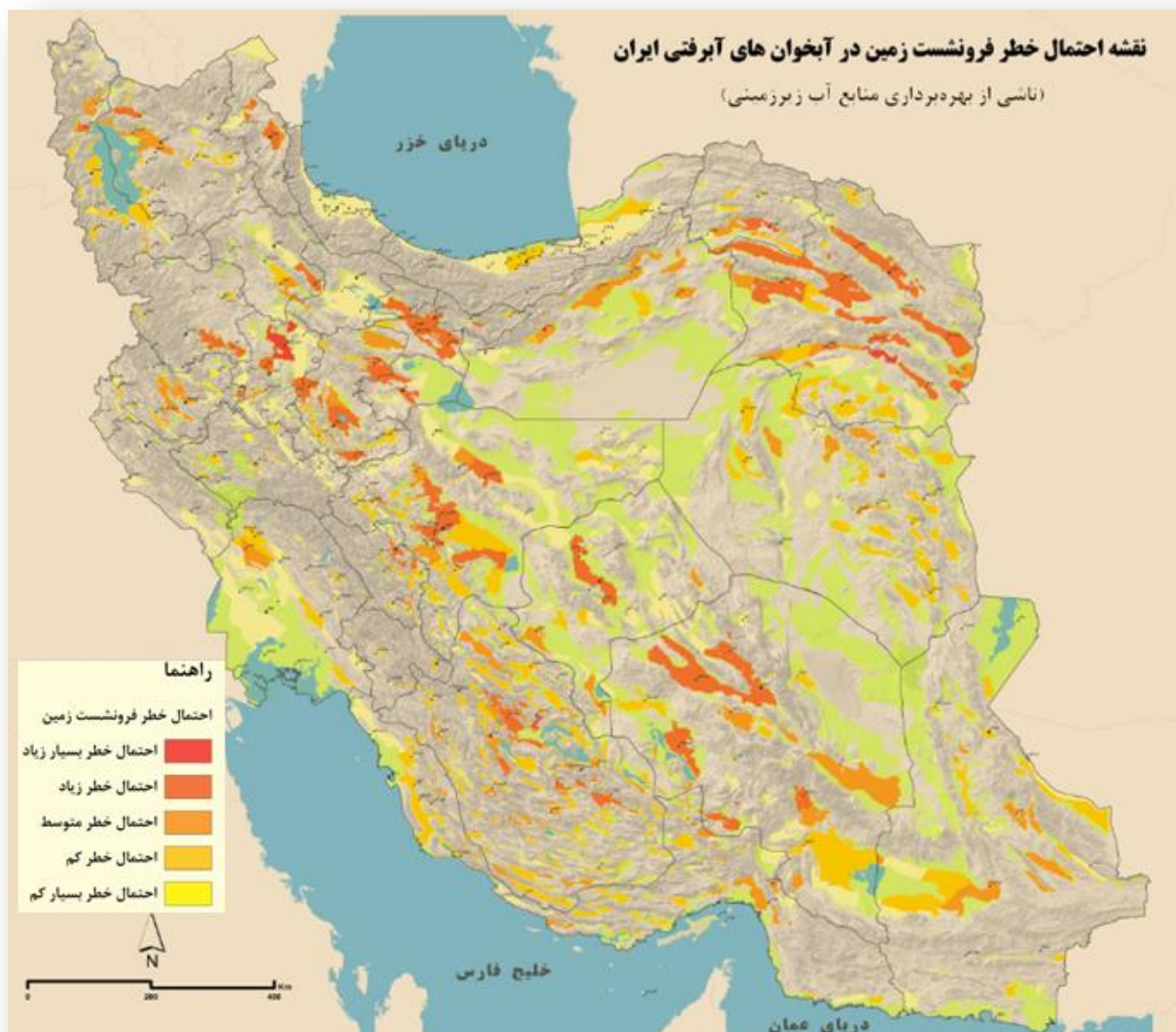
"این گزارش با هدف جلب نظر جدی مسئولین بصورت مصور تهیه شده است و در تهیه آن تلاش گردیده تا آثار زیانبار فرونشست زمین و گاه فروریزی زمین، بصورت مصدق و مستند ارائه گردد. همراه شدن هنرمندان عزیز، ورزشکاران و افراد تاثیرگذار دیگر در زمینه بحران آبی کشور و کمبود منابع آبی و بویژه آب های زیر زمینی، بارقه ی امیدی در دل پژوهشگران و متخصصان مرتبط که از سال ۱۳۷۸ و ۱۳۸۰ موضوع را بطور جد طرح نموده و دنبال می کنند، ایجاد کرده تا شاید با سرمایه گذاری و اقدامات اساسی در این زمینه، تلاش شود شرایط به سوی بهبودی مجانب گردد."

۱- نقشه‌های فرونشست در کشور

نقشه‌های نشان داده شده در شکل‌های ۱ و ۲ توسط سازمان‌های نقشه برداری و زمین‌شناسی تهیه گردیده است. باید ذکر نمود که در حال حاضر مقدار و گستردگی فرونشست زمین در پهنه ایران بیشتر و گسترده‌تر شده است.

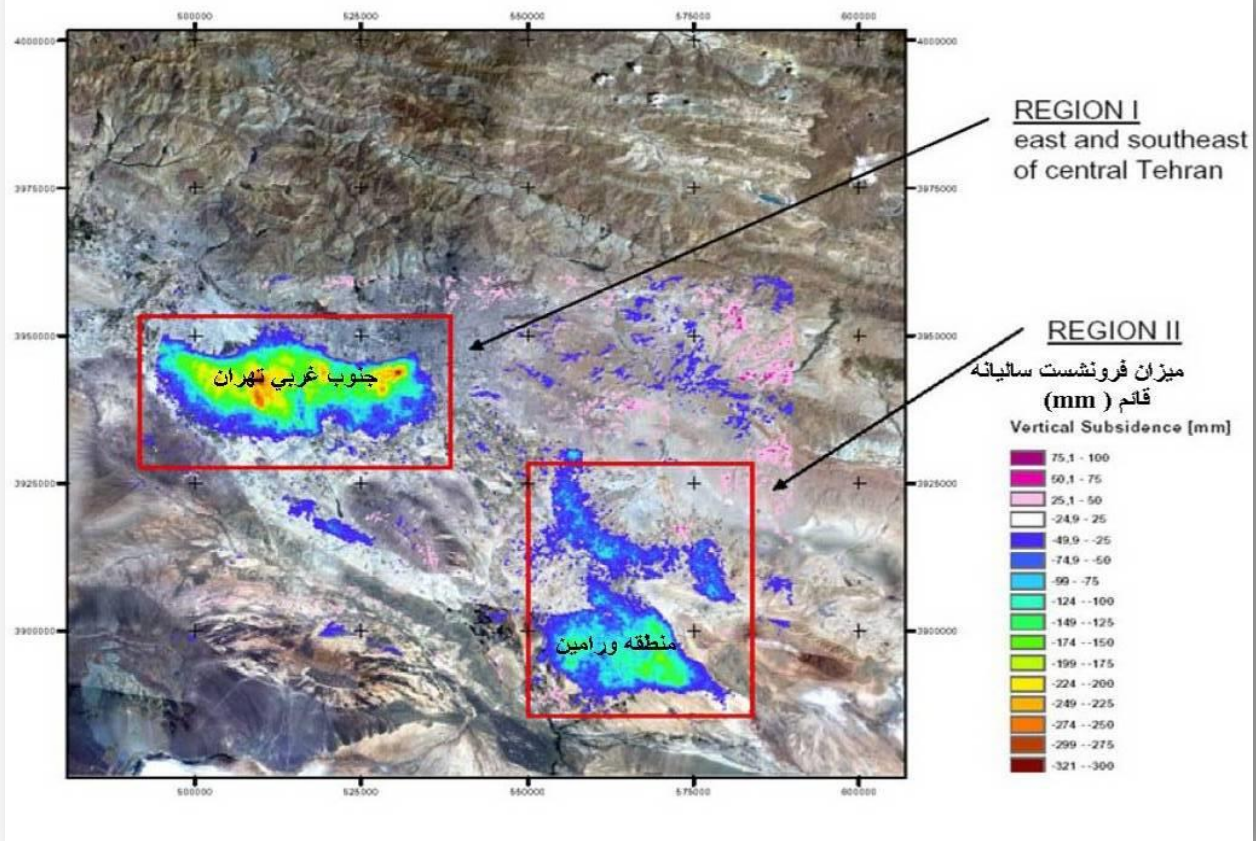
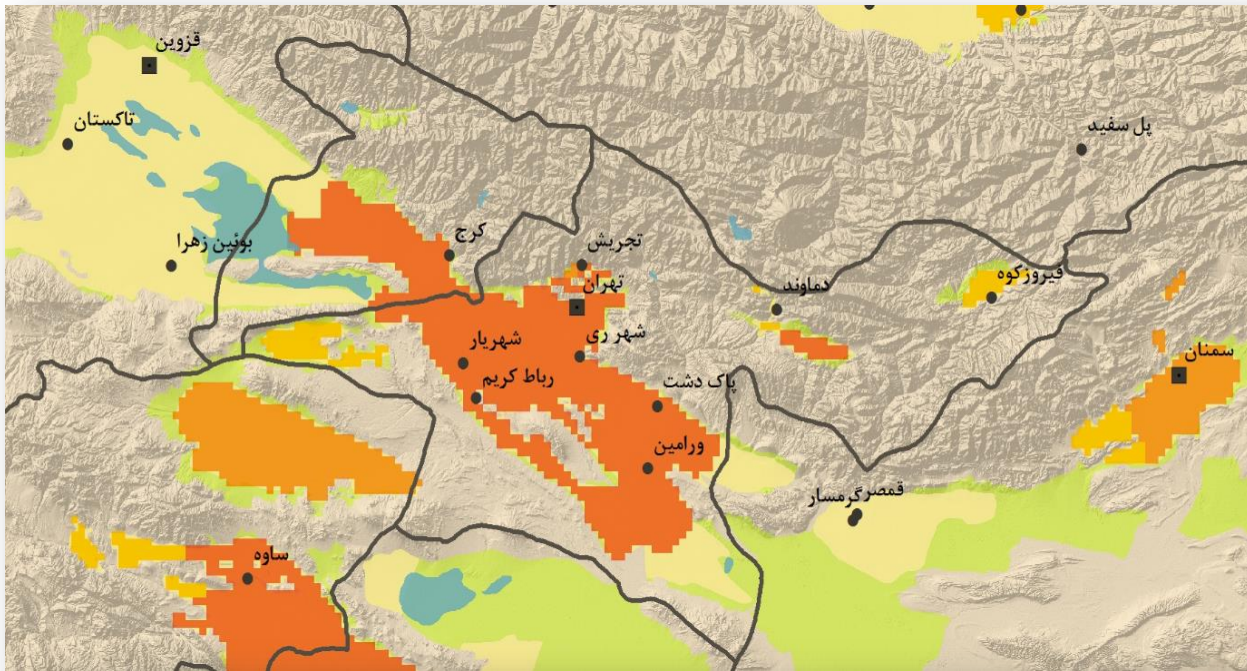


شکل ۱- نقشه توزیع فرونشست در کشور (سازمان نقشه برداری)



شکل ۲- نقشه توزیع فرونشست در کشور (سازمان زمین شناسی)

۲- نقشه های فرونشست در استان تهران



شکل ۳- نقشه فرونشست در استان تهران

۳- اثرات فرونشست

اثرات فرونشست بسیار گسترده، متنوع و در عین حال پرهزینه است و تقریباً همه المان‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد که عبارتند از:

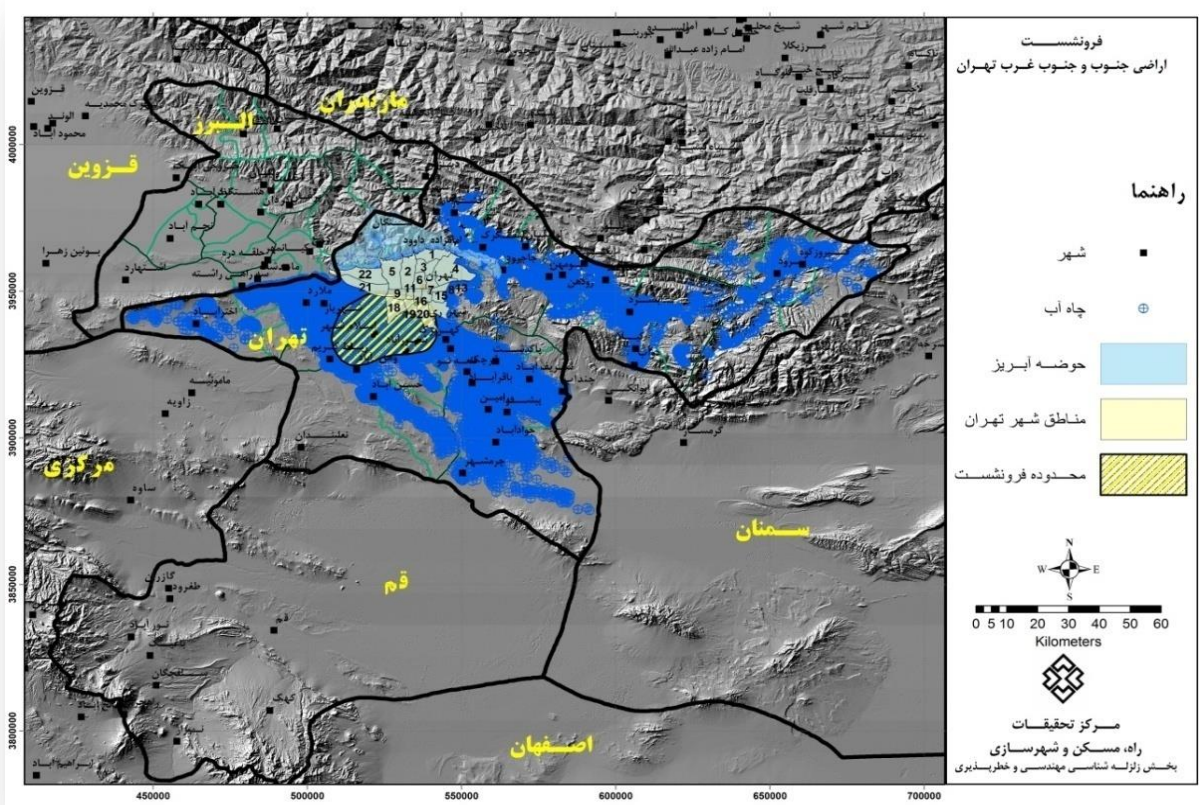
- ❖ کشاورزی و مرگ دشت‌ها
- ❖ مناطق شهری و جمعیت ساکن در آن
- ❖ سیستم حمل و نقل نظیر؛ جاده‌ها، خطوط راه آهن، فرودگاه‌ها و...
- ❖ شریانها و تسهیلات حیاتی مهم نظیر خطوط برق، نفت، مخابرات، آب و...
- ❖ محیط زیست نظیر؛ زمین‌های کشاورزی، پارکهای ملی، گونه‌های گیاهی و جانوری نایاب و...
- ❖ تاسیسات مهم نظیر پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌ها، بنادر و...
- ❖ آثار فرهنگی و باستانی مهم و...
- ❖ و...

۴- اثرات فرونشست در گستره تهران

بر مبنای مطالعات صورت گرفته دشت‌های جنوب غربی و جنوبی تهران متحمل فرونشست قابل ملاحظه‌ای بویژه در سال‌های اخیر شده و می‌شوند. بیشینه فرونشست در دشت شهریار، جنوب غرب تهران و دشت ورامین نیز گزارش شده است. در شکل زمین مبنای شده ۲ فرونشست با رنگ قرمز بر روی نقشه موقعیت ناحیه انداخته شده و نشان داده شده است. در نمایی نزدیکتر همین موقعیت برای جنوب غرب و جنوب تهران نشان داده شده است. بر اساس همین مطالعات (سازمان زمین‌شناسی) محدوده در برگیرنده فرونشست که موقعیت شهری تهران و برخی از مراکز جمعیتی اطراف آن در جنوب و جنوب غربی (نظیر اسلام شهر) را مورد تهدید قرار داده تفکیک و نشان داده شده است. مراکز جمعیتی نظیر کهریزک، شورآباد، سلطان‌آباد و اسلام شهر از مراکز جمعیتی عمده در زون فرونشست جنوب و جنوب غرب تهران می‌باشند.

۵- چاه‌های آب استان تهران

براساس آمار رسمی تا سال ۱۳۹۱ حدود ۵۰ هزار حلقه چاه در استان تهران وجود دارد که از فیروزکوه در غرب استان تا اختراآباد در شرق و از چرمشهر تا فشم توزیع شده‌اند. در شکل ۴ توزیع چاه‌های موجود نشان داده شده است که در برخی مناطق تراکم آنها بسیار زیاد است. علاوه بر این تعداد از چاه‌های موجود، چاه‌های غیر مجازی نیز وجود دارند که بدون پروانه حفر شده‌اند. تعداد دقیق آنها معلوم نمی‌باشد ولی با درصد عمده‌ای از چاه‌های مجاز را برابری می‌کند که بدلیل عدم وجود کنترل بدون رعایت دبی مجاز و کارشناسی شده، اقدام به استخراج آب زیرزمینی می‌کنند که بدلیل سرعت پمپ در برخی موارد موجب ماسه دهی چاه‌ها و تشکیل حفرات ریز و درشت در آبرفت می‌گردند که مهاجرت این حفرات به سطح زمین موجبات تشکیل فروچال را فراهم می‌سازد.



شکل ۴- چاه های آب استان تهران

افت سطح آب

در بخش شمال غربی سطح ایستابی روند کاهشی دارد و به طور متوسط حدود ۲۰ متر افت نشان می‌دهد. بیشینه افت در حوالی یافت‌آباد به میزان حدود ۴۲ متر مشاهده می‌شود. به دلیل ویژگی آبرفت‌های ریز دانه، تغییری هر چند ناچیز در میزان تغذیه یا تخلیه سفره، تفاوتی محسوس در ارتفاع سطح آب زیرزمینی ایجاد می‌کند.

ماسه دهی چاه‌ها و فروریزش زمین

براساس مطالعات انجام یافته (سالاری و صیادی، ۱۳۹۳) اثبات شده است که چاه‌های منطقه دارای ماسه دهی می‌باشند. مذاکرات انجام یافته با کارشناسان مرتبط تامین آب منطقه، نشان می‌دهد که منابع آب منطقه هر از چندی نیازمند شستشو می‌شوند که مبین ماسه دهی چاه‌های آب در منطقه می‌باشد. ماسه دهی چاه‌ها موجب ایجاد فضاهای خالی در بین لایه‌های آبدار زمین شده که با افت سطح آب، فضاهای خالی با ریزش از سقف به سطح زمین مهاجرت می‌کنند و موجب ایجاد فروریزش‌های ناگهانی و خسارت بار می‌گردند.

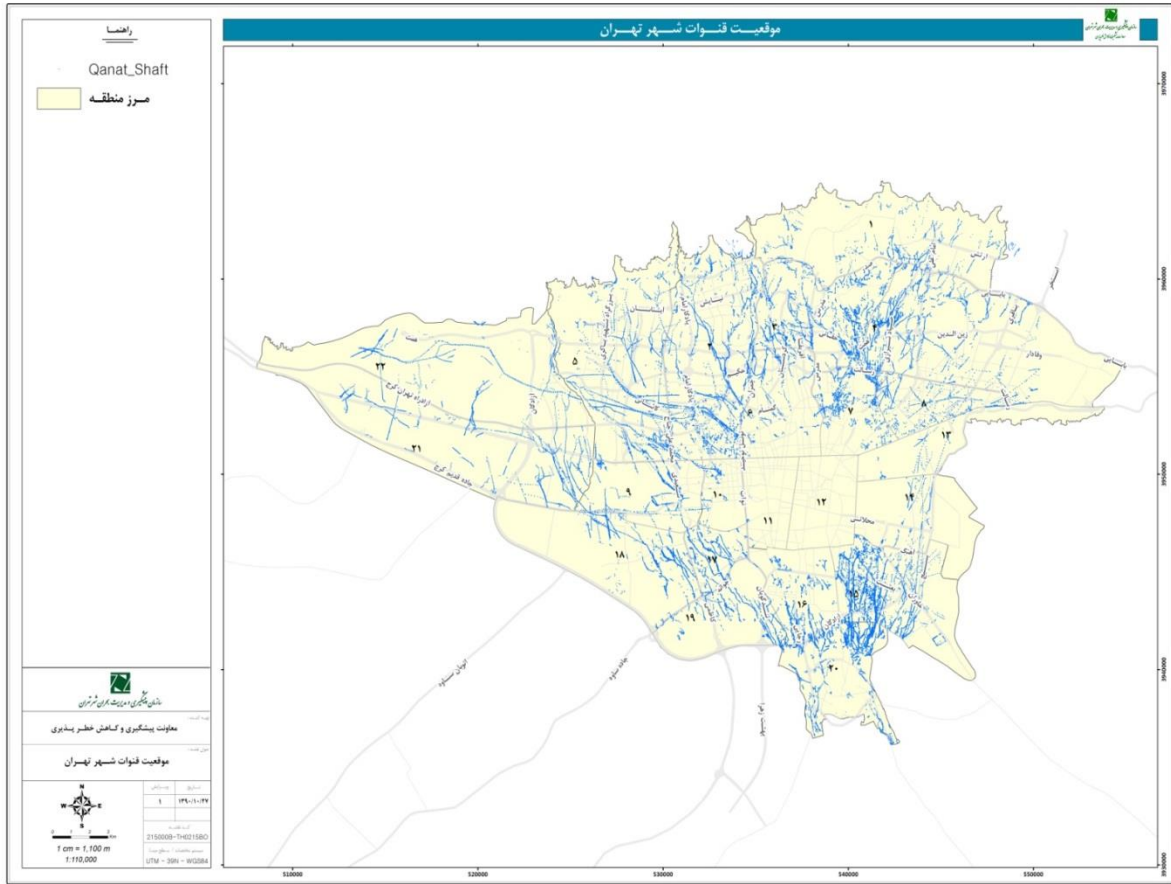
ردیف	نام روستا	ماسه دهی آبان ماه ۱۳۹۰							
		ماسه دهی (آب) (gr/m ³)							
		شروع دکار پمپ	بعد از یکساعت کار پمپ	بعد از ۴ ساعت کار	بعد از ۸ ساعت کار	بعد از ۱۲ ساعت کار	افت چاه (m)		
دبی برداشت L/s	دبی همپاز L/s								
۱	نوروزآباد	۰/۸۱	۰/۶	۰/۵۲	۰/۶	۰/۶۶	۱۳/۹	۴۴	۵
۲	احمدآباد مستوفی	۰/۸۶	۰/۷۷	۰/۷	۰/۷۲	۰/۸۵	۷/۶۷	۵۰	۱۵
۳	حسن آباد خالصه	۱/۱	۰/۷۵	۰/۶۲	۰/۸۷	۱	۳۲/۷	۲۵	۸
۴	فیروز بهرام	۰/۸	۰/۷۲	۰/۵۴	۰/۶	۰/۷۲	۱۱	۵۶	۱۲
۵	گلدسته	۰/۷۸	۰/۶	۰/۵۳	۰/۶۵	۰/۷	۲۲/۳	۳۰	۱۵
۶	بهمن آباد	۰/۷	۰/۶	۰/۵۲	۰/۶	۰/۶۶	۱۰/۵۸	۴۰	۵
۷	ملک آباد	۱/۳	۰/۹	۱	۱	۱/۴	۷۰/۶۷	۶	۵
۸	ده عباس	۱	۰/۸	۰/۷۵	۰/۸۹	۱/۰۵	۵۱	۱۵	۱۰
۹	شاتره	۱/۲	۱	۰/۹	۱/۰۵	۱/۱	۸۲/۴۳	۱۷	۱۵
۱۰	علی آباد طباچه	۱	۰/۷	۰/۶۵	۰/۷۳	۰/۸	۱۵/۰۷	۲۶	۱۰

شکل ۵- جدول ماسه دهی تعدادی از چاه‌های مطالعه شده

۶- قنوات تهران و فروریزش زمین

تعداد قنات‌های شهر تهران و حومه به بیش از ۱۳۰۰ رشته قنات حدس زده می‌شود که دارای عمق بین ۲ متر تا ۱۳۰ متر می‌باشند. طول رشته قنات‌ها متغیر و گاه تا به بیش از ۲۰ کیلومتر نیز می‌رسد. در شهر تهران تعداد میله‌های مشخص شده تا کنون حدود ۵۱۰۰۰ عدد بوده که مسلماً اعداد به بیش از اینها بالغ می‌گردد. طول کلی رشته قنات اصلی شناسائی شده ۶۴۰ کیلومتر و طول کلی رشته قنات احتمالی ۵۷۰ کیلومتر حدس زده می‌شود. در شکل ۶ نقشه قنات شهر تهران که توسط سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهرداری تهران تهیه شده نشان داده می‌شود.

اهمیت قنات شهر تهران در فروریزش‌هایی است که در اثر دستکاری مسیر آنها توسط احداث مترو، ساختمان‌های با گودبرداری عمیق و مواردی از این قبیل رخ می‌هد. در فروریزش‌های شهران، خیابان پیامبر، میدان قیام، خیابان مولوی، بیمارستان شهید اکبرآبادی این امر قابل مشاهده و مطالعه است.



شکل ۶- نقشه قنات شهر تهران

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

گزارش حادثه فروریزش زمین و آتش سوزی گاز م

(حادثه ۱۳۸۵/۲/۲۴ ساعت ۲:۴۰ صبح)
 حصار با خمیرته گازی مایل:
 شرکت راه آهن شهری تهران و حومه (شرکت مترو)
 سازمان زمین شناسی
 شرکت آب و فاضلاب استان تهران
 شرکت گاز استان تهران

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

گزارش مدهمائی حادثه فروریزش زمین در خیابان پیامبر تهران

(حادثه ۱۳۸۵/۱/۱۳ ساعت ۱۶:۴۰ ظهر)

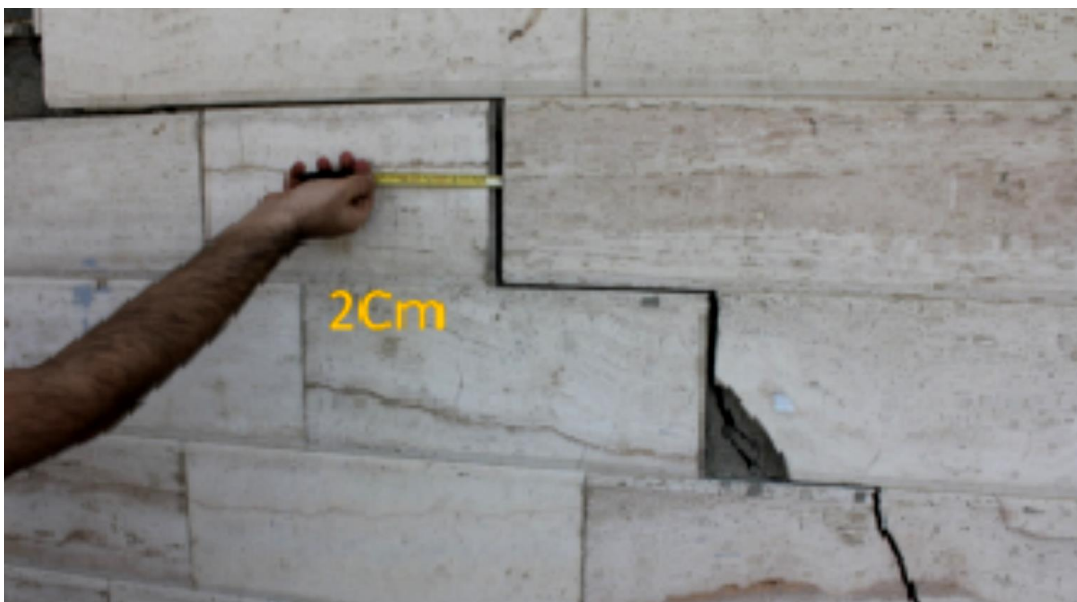
شکل ۷- فروریزش های شهران و خیابان پیامبر

۷- ریسک فرونشست در حوزه ساختمان و شهرسازی و ابنیه راه و خطو انتقال نیرو

عناصر غیرسازه‌ای مثل نما و دیوارهای جدا کننده و متعلقات آنها مانند اندودکاری و گچکاری در این پدیده بسیار آسیب پذیر بوده و در زمان اندکی از این امر متاثر خواهند گردید. در موارد دیگر، بروز فرونشست به دلیل اینکه هیچگونه یکنواختی اثر در کاهش تراز زیر ساختمان ندارد، موجب کج‌شدگی و بیرون زدگی سطح ساختمان نسبت به سازه‌های مجاور خواهد گردید و این یکی از نشانه‌های این پدیده به شمار می‌آید. از نشانه‌های دیگر این پدیده می‌توان به خردشدگی موزاییک، سنگ و یا کف سازی ساختمان‌ها در طبقه پایین به دلیل گودشدگی خاک زیر پی و نشست ناهمگون اشاره کرد.

نکته قابل توجه آنجاست که در صورت عدم توجه به علائم بروز کرده در مراحل ابتدائی و ورود سازه به مرحله تغییرشکل‌های ماندگار، با توجه به مشخص نبودن زمان دقیق گسیختگی در المان‌های اصلی، امکان بروز حوادث برای ساکنین وجود خواهد داشت. از جمله این حوادث می‌توان به واژگونی پی ساختمان در اثر نشست موضعی یا گسترده غیرهمگن، شکست فنداسیون، گسیختگی در المان‌های مقاومتی ساختمان (بر اثر اضافه تنش یا تغییر شکل‌های زیاد)، بروز گسیختگی در اتصالات (جوش، پیچ، پرچ) در اسکلت های فلزی، بروز اندرکنش بین ساختمان‌های مجاور (ایجاد ضربه توسط ساختمان یا آوار به ساختمان مجاور)، سقوط آوار به معابر و آسیب به رهگذران یا خودروها، ریزش نماها و اجزای غیرسازه‌ای به خصوص در ساختمان‌هایی که ضوابط فنی اجرا و مهار نما رعایت نشده باشد و مسائل اینگونه اشاره نمود.





شکل ۸- اثر فرونشست بر ساختمان‌ها



شکل ۹- اثر فرونشست بر ابنیه راهی



شکل ۱۰- ایجاد شکاف های عمیق در سطح زمین خطرات بر دکل های انتقال نیرو

۸- اثر فرونشست بر کشاورزی و دشت‌ها

اثر فرونشست در کشاورزی مهلک‌ترین و زیانبارترین است. در اثر افت سطح آب و فرونشست سطح زمین، خلل و فرج لایه‌هایی که قبلاً آبدار بودند مسدود شده و بصورت کمپاکت و فشرده در می‌آیند. این امر موجب می‌شود که در طی سال‌های آتی حتی با تزریق آب و چندین برابر شدن میزان نزولات جوی، آب در لایه‌های آبدار نفوذ نکند و بصورت رواناب در سطح زمین جاری می‌شود. به این پدیده اصطلاحاً "**مرگ آبخوان‌ها**" می‌گوئیم که پدیده جبران‌ناپذیری است. در خاک‌های مسئله‌دار، فرونشست زمین با ترک خوردن خاک‌های سطحی همراه می‌شود که نمونه‌هایی از آن در بسیاری از دشت‌های کشور قابل مشاهده است (مانند دشت ورامین).







شکل ۱۱- اثر فرونشست بر کشاورزی و کشاورزان (چهره های مغمومی که مشاهده می کنید)

در بررسی های جزئی تر در دشت ورامین که با حفر ترانشه در چند نقطه نیز همراه بود(این مطالعات در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی انجام یافته است ۱۳۹۶)، مشخص گردید که در زیر ترک ها، تونل هایی در اثر جریان آب نفوذی ناشی از بارندگی ایجاد شده که در اثر ارتعاش و ترافیک و ... این تونل ها ریزش میکند که در عکس های این گزارش چند نمونه آن را می توان مشاهده نمود.



شکل ۱۲- حفر ترانشه با بیل مکانیکی در راستای عمود بر شکاف و ترک ناشی از فرونشست زمین در دشت ورامین



شکل ۱۳- نمونه ای از وجود تونل های ناشی از فرسایش در زیر شکاف های مشاهده شده در روی سطح زمین

۹- چه باید کرد؟

- ❖ در مصرف آب بویژه در بخش کشاورزی باید شدت صرفه جوئی کنیم.
- ❖ وزارت نیرو در ظرف یکسال باید در میزان پروانه بهره برداری چاه های آب مجاز بازنگری کند و به مردم گزارش پیشرفت کار ارائه دهد.
- ❖ وزارت نیرو در ظرف یکسال باید شدت با چاه های غیرمجاز حفر شده مقابله کند و به مردم گزارش پیشرفت کار ارائه دهد.
- ❖ وزارت جهاد کشاورزی در ظرف یکسال باید در کاشت نوع محصولات و باغات و بویژه محصولات با مصرف بالای آب دخالت جدی کند و به مردم گزارش پیشرفت کار ارائه دهد.
- ❖ وزارت کشاورزی در ظرف یکسال باید در مورد بسط شیوه های نوین آبیاری اقدام بسیار جدی بعمل آورد و به مردم گزارش پیشرفت کار ارائه دهد.
- ❖ سازمان محیط زیست بعنوان حافظ محیط زیست کشور در این زمینه مسئولیت بسیار سنگینی دارد. این سازمان ظاهرا بجز مساله شکار و چند مشکل دیگر، در این زمینه احساس مسئولیت نمی کند.
- ❖ دولت باید برای پایش فرونشست کشور و مطالعات جدی تر آن حتما ردیف بودجه ای را اختصاص دهد. سازمان برنامه بودجه ظاهرا در این خصوص مشکلی را هنوز احساس نمی کند.