



فرو نشست زمین

دانشکده مدیریت واحد تهران شمال - کارشناسی ارشد مدیریت شهری

درس سمینار مدیریت بحران و سوانح شهری - آذرماه ۱۳۹۵

استاد ارزشمند جناب آقای دکتر محمد احمدی بافنده

ارائه کنندگان:

جعفر کریمی - حسین قربانی - رضا تقی زاده - امیر شیخ احمدیان

مقدمه:

یکی از شاخصهای توسعه شهری وسعت بوستانها و فضاهای سبز جنگلها و دریاچه های مصنوعی است که آب بعنوان اولین عامل تأثیر گذار در این توسعه بشمار می آید. شستشوی معابر، تأمین بهداشت روانی و جسمی، تأمین آب شرب مطمئن کافی و کاملاً بهداشتی، خدمات آتشفشانی، شستشوی شبکه انهار شهری با توسعه و گسترش شهر نیاز به ایجاد و توسعه دارند لذا آنچه که در برنامه ریزی شهری می بایست بیش از پیش مد نظر قرار گیرد تأمین آب برای مصارف مذکور است.



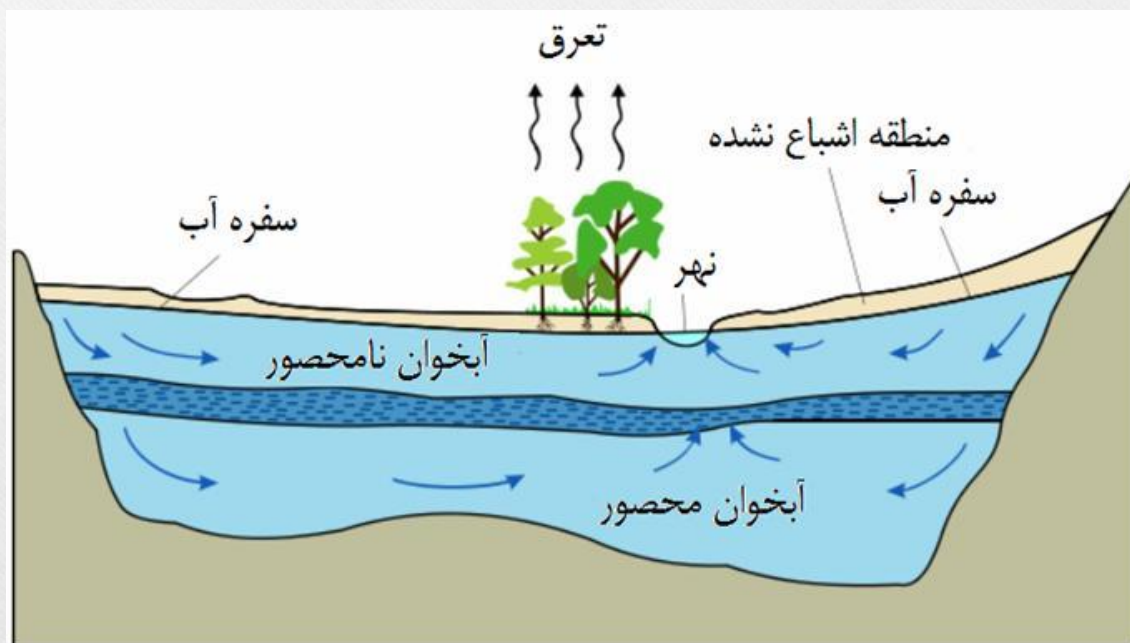
بنابراین گرایش به استفاده از منابع آب زیرزمینی بعنوان ذخائر قابل دسترسی در مجموعه شهری نیز تدریجاً زیاد می شود اما فراموش می کنیم که این ذخائر محدود هستند و بهره برداری بیش از حد، میزان تغذیه آنها را با کاهش و نقصان پتانسیل همراه خواهد کرد.

اصول اقتصادی اجرای پروژه های تأمین آب نیز ایجاب می کند از نزدیکترین محل که همان آبخوانهای مجاور شهر یا آبخوانی که شهر بر آن گسترده شده تأمین آب صورت گیرد لذا حفر چاههای عمیق برای بدست آوردن آب مطمئن و کافی در محدوده شهرها صورت میگیرد.

از سوی دیگر موضوع تغذیه منابع آب زیرزمینی آبخوانها نیز بدون تعدی و دخل و تصرف بشر باقی نمی ماند. آسفالت خیابانها و معابر با مواد غیر قابل نفوذ تغذیه منابع آب زیرزمینی را کاهش و رواناب های سطحی و خطر سیل در نقاط پست شهر را افزایش می دهد که نهایتاً پس از تجمع در نقاط پست چاره ای جزء تبخیر برای آن باقی نمی ماند.

اما شهری که خود با توسعه برنامه ریزی نشده رشد کرده و کلان شهری بزرگ را ایجاد کرده با دست خود خطری مهیب بنام زلزله خاموش یا فرونشست را در دل خود پرورش داده است.

افت تدریجی سطح آبهای زیرزمینی، تراکم آبخوان خصوصاً در مناطقی که به لحاظ رسوبشناسی از ذرات دانه ریز تشکیل می شود را در پی خواهد داشت. نتیجه این پدیده افزایش نیرویی بنام تحکیم زمین است که طی آن سالیانه افت سطح زمین به میزان چند سانتی متر در جهت عمود بر مرکز زمین رخ میدهد، در اثر تغییر شکل لایه های رسی موجود در زمین درزها و شکافهای عمیق در زمین ایجاد می شود که توسعه آنها هر سازه ای را در سطح زمین با مخاطره مواجه خواهد کرد. خطر بزرگتر با افزایش تحکیم آنست که امکان تغذیه آبخوان تدریجاً سلب شده و تأمین آب مصارف مختلف شهری را که بیان شد با مشکلات فراوان روبرو خواهد نمود.



چکیده:

رشد جمعیت و تکنولوژی زراعی، استفاده بیش از گنجایش منابع آب زیرزمینی را به دنبال داشته است. استخراج بی رویه از منابع آب زیرزمینی به عنوان مهمترین عامل فرونشست زمین در ایران به وفور مشاهده شده است. این پدیده در صورت عدم مدیریت صحیح می تواند خسارات جبران ناپذیری را برای مناطق دچار این پدیده ایجاد کند. شناسایی مناطق فرونشست و برآورد نرخ آن مسلماً نقش بسزایی در مدیریت و کنترل این پدیده خواهد داشت.



حفر چاههای عمیق و نیمه عمیق به علت خشکسالی های چند سال اخیر و تاسیس چاههای جدید موجب کاهش تدریجی منابع آب، افت سطح آب، شور و لم یزرع شدن مزارع، خشک شدن بسیاری از چاهها و در نتیجه باعث نشست سطح زمین در برخی از دشت های کشور شده است.

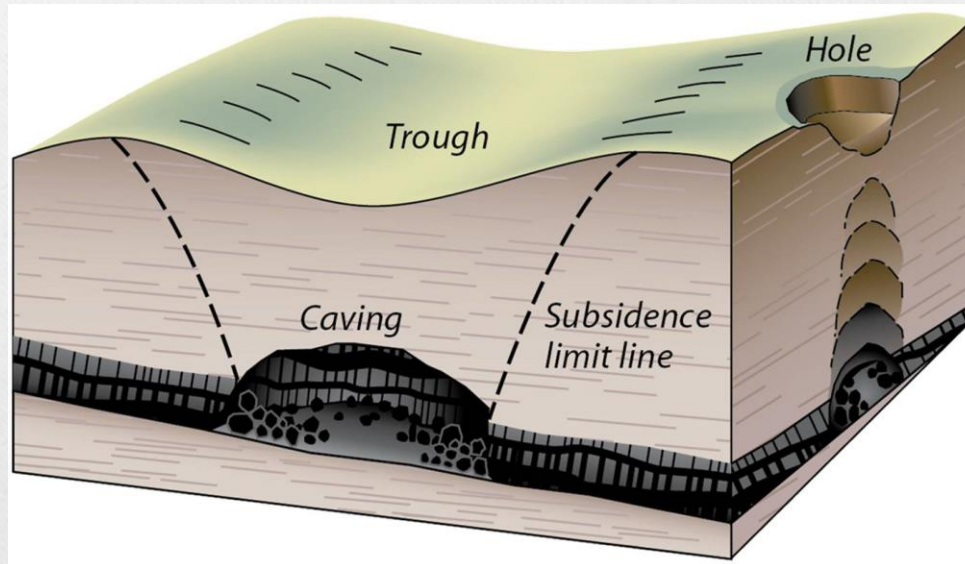


البته فرونشستهای زمین در مناطق شهری صرفاً از نوع منطقه ای ، که بیان شد نیست بلکه فرونشستهای نقطه ای هم در برخی مناطق شهری اتفاق می افتد که باز هم عامل توسعه شهریست و آنهم فرونشست یا فرو ریزش طبقات زمین در اثر ترکیدگی لوله های آب و آب شستگی لایه ها یا حفر تونلهای زیرزمینی و سستی لایه های بالای تونلها است که همه و همه دست به دست هم می دهند تا شهری نا امن برای بشر رقم بزنند.

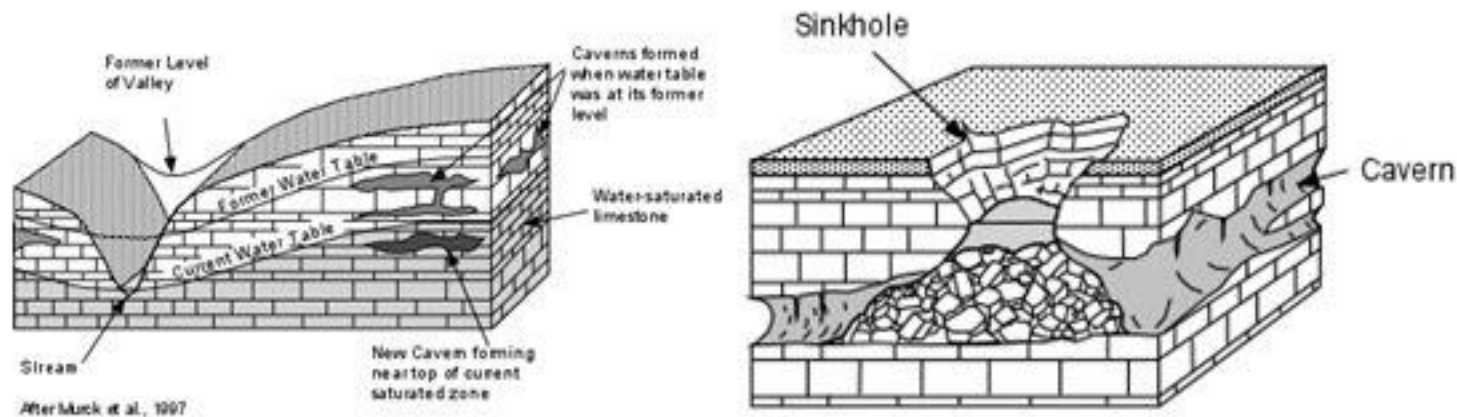


مفاهیم فرونشست زمین:

بنا به تعریف یونسکو فرونشست عبارت است از فروریزش و یا نشست سطح زمین که به علت های متفاوتی در مقیاس بزرگ روی می دهد. به طور معمول این اصطلاح به حرکت قائم رو به پایین سطح زمین که می تواند با بردار اندک افقی همراه باشد، گفته می شود. این تعریف پدیده هایی همچون زمین لغزش ها را بدلیل اینکه حرکت آنها دارای بردار افقی قابل توجهی است و همچنین نشست در خاکهای دستی، که دارای مکانیسم متفاوتی می باشد شامل نمیشود.



اما در تعریفی ساده عبارتست از افت تدریجی یا ناگهانی سطح زمین ناشی از افت سطح آبهای زیرزمینی که ممکن است بصورت همگن یا ناهمگن اتفاق بیافتد و در نوع ناهمگن معمولاً همراه با ایجاد درز و شکاف در زمین است که تأسیسات و ابنیه ، خطوط راهها و سایر شریانهای حیاتی را با مخاطره مواجه می کند.

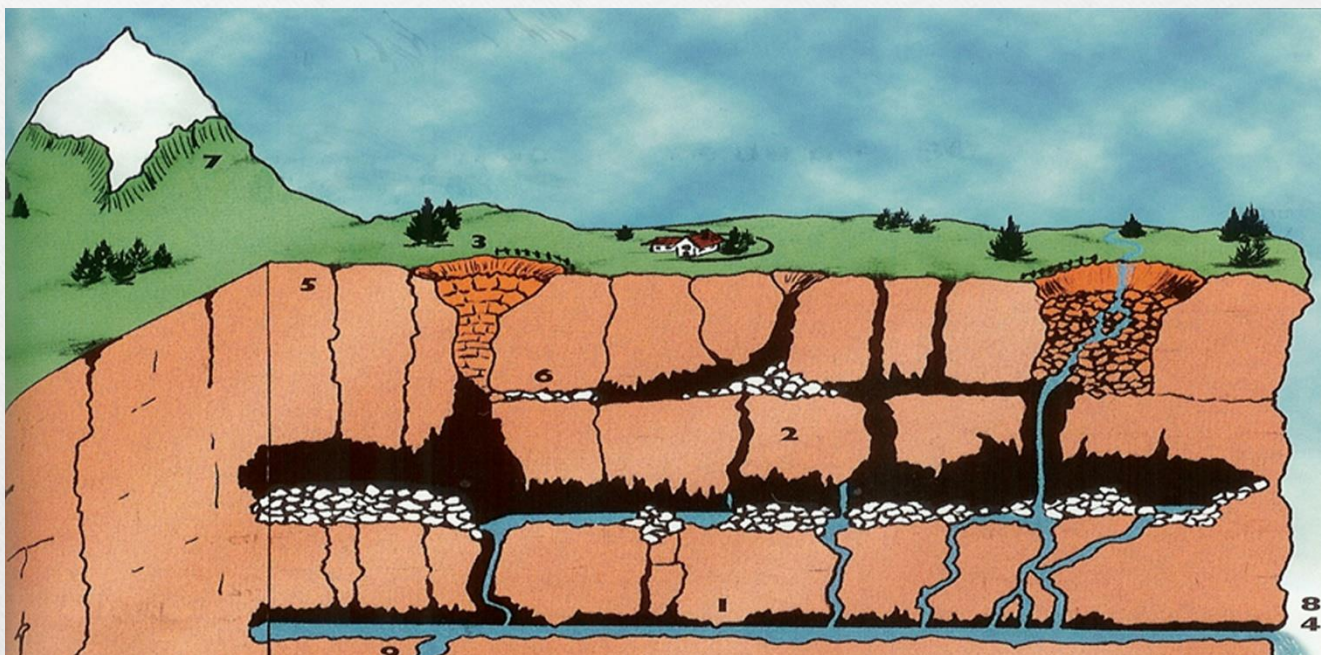


نحوه شکل گیری رویداد فروچاله ها در سنگ های انحلال پذیر

انواع فرونشست زمین:

- از لحاظ ساختار زمین شناسی:

- ۱- در محیط های کارستی (آهکی): شامل فرو ریزش سقف غارها و ایجاد قیفهای ریزشی مانند فرونشستهای غرب کشور.
- ۲- در محیط های رسوبی: ناشی از افت سطح در آبخوانهای تحت فشار و وزن طبقات روئی و تغییر شکل طبقات رسی.





- از لحاظ سطح گسترش:

۱- نقطه ای: اصل آب شستگی زیر
سازه ها مثل ترکیدگی لوله های آب



۲- منطقه ای: ناشی از افت سطح
آب در آبخوانهای تحت فشار

حالت نقطه ای قابل ترمیم است اما حالت منطقه ای قابل جبران نیست و آبخوان به آبخوان بسته یا مرده تبدیل می شود که دیگر قابل تغذیه مجدد نیست چون ضریب ذخیره یا ضریب انبارداری آبخوان بشدت کاهش می یابد.

ارتباط فرونشست یا فرایندهای تکتونیکی مثل گسل هنوز شناخته شده نیست اما تصاویر ماهواره ای نشان میدهند عمده فرونشستها در استان تهران در مجاورت گسل بزرگ جنوب ورامین، امتداد ارزادگان و ضلع جنوبی آن رخ میدهد.



علت های ایجاد فرونشست:

عوامل متعددی باعث ایجاد این پدیده می شوند: از جمله انحلال، آب شدگی یخ ها و تراکم نهشته ها، حرکت آرام زمین و خروج گدازه و یا عملیات انسانی نظیر برداشت و استخراج مواد معدنی، ریزش سازه های زیرزمینی مانند تونل ها و غیره. اما مهمترین عامل ایجاد فرونشست به صورت منطقه ای که خطرات جبران ناپذیری را به دنبال خواهد داشت، برداشت بیش از حد آب های زیر زمینی می باشد.



▲ برداشت نامتعرف آبهای زیرزمینی تهران را رکورددار فرونشست زمین کرده است

امیرحسین ضرغام

خطرهای زمین شناختی مرتبط با فرونشست:

فرونشست و شکافهای زمین (Fissure) که به آهستگی و به تدریج گسترش می یابند شاید همان تاثیر خطرهای ناگهانی و فاجعه باری چون سیل و زلزله را نداشته باشند. در منطقه در حال فرونشست شاید خرابی به طور گسترده مشاهده نشده و حتی آثار سطحی حاصل از آن نیز به راحتی قابل تشخیص نباشند، با این وجود به طور معمول برطرف کردن آسیب های ناشی از فرونشست و شکافهای زمین پر هزینه و دشوار است.



برای نمونه، فرونشست ها می توانند به تخریب سیستم های آبیاری و نابودی خاکهای حاصلخیز کشاورزی منجر شوند. وارد آمدن آسیب به چاهها در مناطق فرونشست روستایی و شهری کاملاً متداول بوده و سبب خرابی چاهها و بروز پدیده ای می شود که در اصطلاح به آن رشد چاه گفته می شود. در این پدیده به نظر می رسد که لوله چاه از سطح زمین بالا آمده، در حالی که لوله ثابت بوده و این سطح زمین است که پایین رفته است. مناطق شهری به سبب تراکم جمعیت، وجود ساختمانها و شریان های حیاتی به طور ویژه در برابر فرونشست آسیب پذیرتر می باشند.



این پدیده می تواند به خیابان ها، پل ها و بزرگراه ها آسیب وارد آورده، خطوط آبرسانی، گاز و فاضلاب را مختل کرده، به پی ساختمان ها آسیب رسانده و موجب ترک خوردگی در آنها شود. در این حالت سازه هایی که پی گسترده تر و ارتفاع بیشتری دارند آسیب پذیرترند. خطوط راه آهن، سدهای خاکی، تصفیه خانه ها و کانالها از آسیب پذیری بیشتری برخوردارند.



به طور کلی هر سازه ای که در مسیر شکل گیری شکاف یا فرو چاله واقع شود در معرض آسیب بیشتری قرار دارد. پدیده فرونشست با ایجاد تغییر در وضعیت توپوگرافی منطقه می تواند سبب بروز تغییرات عمده ای در هیدرولوژی منطقه شود. به عنوان مثال در این مناطق ممکن است سیلاب های مخربی به وقوع بپیوندد در حالی که پیش از ایجاد فرونشست از چنین پیشینه ای بر خوردار نبوده است. از سوی دیگر این پدیده می تواند با ایجاد تغییر در وضعیت زمین آبشناختی منطقه نظیر جهت و سرعت جریان آب زیر زمینی، بیلان آب زیر زمینی و غیره پی آمدهای ناهنجار بیشتری به همراه داشته باشد.



آسیب های ناشی از فرونشست به صورت موردی:

- ۱- تغییر ناهمسان در ارتفاع و شیب رودخانه ها و آبراهه ها و سازه های انتقال آب.
- ۲- شکست و یا بیرون زدگی لوله جدار چاه ها در نتیجه تنش های تراکمی ناشی از تراکم آبخوان ها و ایجاد اختلال در بهره برداری از منابع آب زیر زمینی و ماسه دهی چاه ها.
- ۳- پیشروی امواج در مناطق پست ساحلی.
- ۴- کاهش برگشت ناپذیر تمام یا بخشی از مخزن آب زیر زمینی در نتیجه از بین رفتن یا کاهش تخلخل مفید نهشته ها.
- ۵- کاهش بازدهی یا ایجاد تخریب در شریانهای حیاتی و سازه های مهم.
- ۶- کاهش میزان نفوذ پذیری سطحی و پیرو آن گسترش پهنه های بیابانی و تغییر در توپوگرافی و توسعه دشت سیلابی.

تاریخچه بررسی فرونشست در جهان:

بر پایه اطلاعات کار گروه فرونشست در سازمان یونسکو، کهن ترین فرونشست شناخته شده در ایالت آلاباما ی ایالات متحده در سال ۱۹۰۰ میلادی به وقوع پیوسته است.





اساس مطالعات این کار گروه بررسی های تفصیلی روی ۴۲ فرونشست در ۱۵ کشور جهان بوده است. از حدود سال ۱۹۶۵، یونسکو اولین برنامه جهانی خود را برای چرخه های آشناختی تحت عنوان "دهه جهانی آبشناسی" آغاز کرد که بررسی فرونشست ها در سال های بعد یکی از برنامه های اصلی آن گشت. در آوریل ۱۹۷۵ گروه کاری فرونشست در پاریس شکل گرفت که اساس کار آن بررسی رابطه شکل گیری این پدیده با آبهای زیرزمینی بود. از آن تاریخ تا به امروز بررسی های بیشتری در این زمینه در کشورهای پیشرفته به ویژه در ایالات متحده و ژاپن انجام شده است که نتیجه آن کنترل شدید مصرف آب و تغییر در الگوی مصرف و توقف فرونشست ها در بسیاری از موارد بوده است. در این بررسی ها از روشها و تکنیک های جدید مانند سیستمهای مکان یابی جغرافیایی پیشرفته (GPS)، رادار (InSAR & SAR) برای مکان یابی فرونشست ها به صورت گسترده ای استفاده شده .

تاریخچه مطالعات فرونشست در ایران:

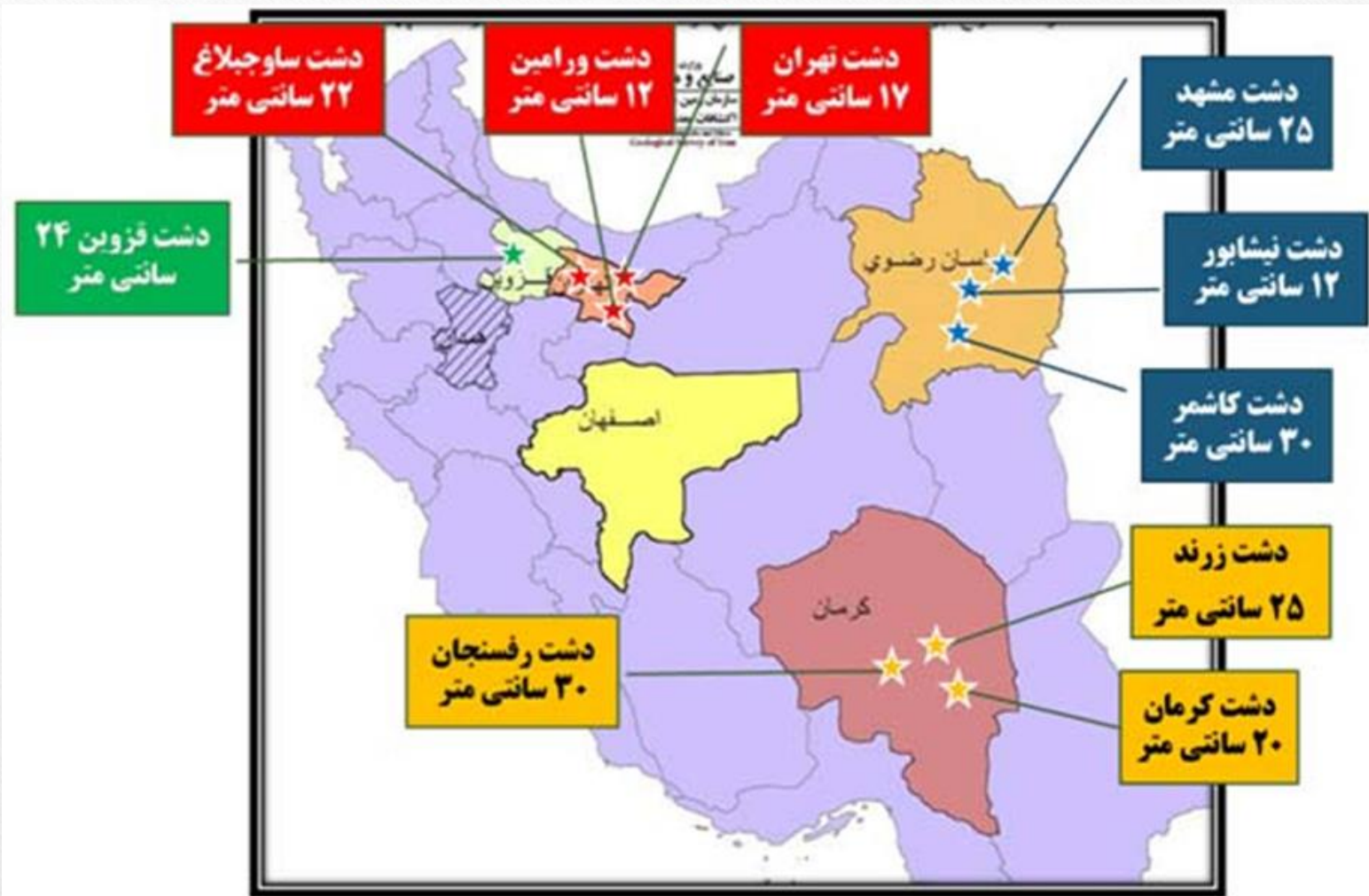


با توجه به مصرف بی رویه آب در سطح کشور و داده های پراکنده مربوط به پایین آمدن سطح آب زیر زمینی، در یافتن اینکه فرونشست ها و پیامد های حاصل از آن پدیده ای مشکل ساز در کشور تبدیل شده، کار دشواری نیست. بررسی های موردی در بخش های مختلف کشور نیز نمایانگر این امر است. در بین عوامل مؤثر در ایجاد فرونشست، بنظر می رسد که برداشت بیش از حد مجاز از منابع آب زیرزمینی، ضخامت لایه رسوبی و ویژگیهای مهندسی رسوبات، عوامل اصلی ایجاد فرونشست در بیشتر دشت های ایران هستند.

بررسی های موردی که برخی از آنها توسط سازمان آب و زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور در این زمینه انجام گرفته عبارتند از:

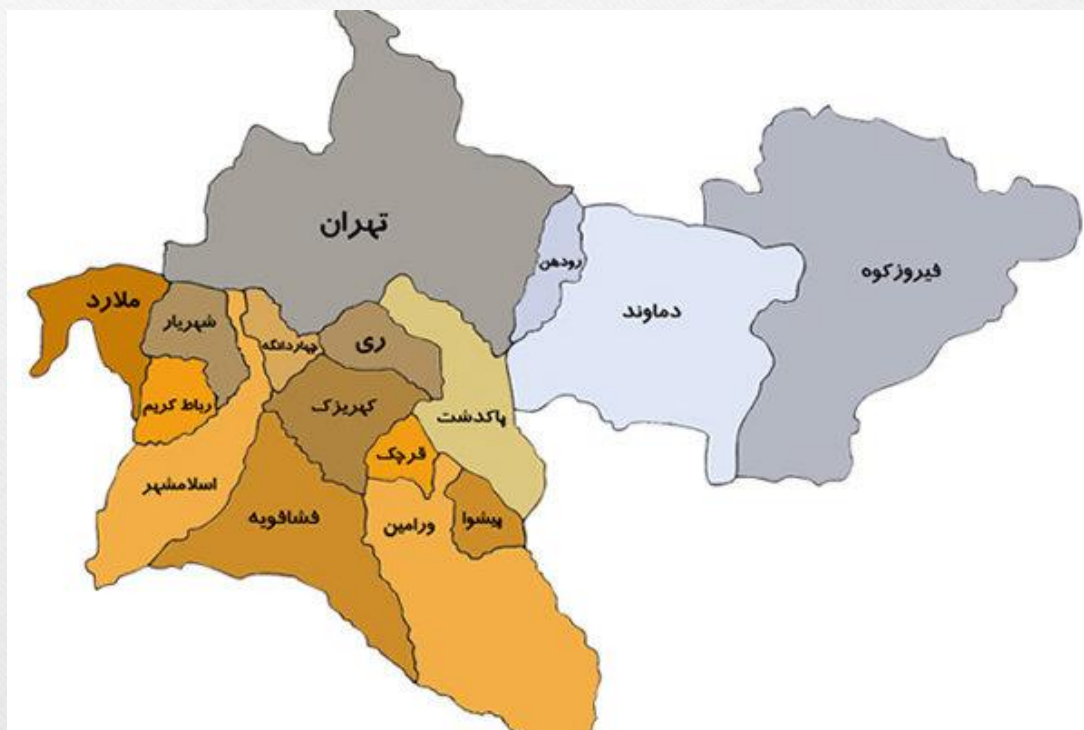
- فرونشست بزرگ اختیار آباد در نزدیکی کرمان
- دشت کبودر آهنگ و فامنین در استان همدان که فروچاله های متعددی در این دشت دیده شده و روند شکل گیری آنها حتی نیروگاه شهید مفتح را تهدید می کند.
- دشت معین آباد ورامین در استان تهران که در آن شکاف زمین به طول ۴/۲ کیلومتر در منطقه مشاهده شد و حتی تا امروز شکافهایی به موازات آن در شکل گیری است. روند گسترش این فرونشست خطوط انتقال نیرو را تهدید می کند.
- دشت نظرآباد در استان تهران که بعضی از آثار فرونشست بصورت بالا آمدن لوله چاهها از سطح زمین و ماسه دهی چاهها مشاهده شده است. از سوی دیگر دشت های رفسنجان و مشهد نیز آثاری از پدیده فرونشست را نشان داده اند.
- در جنوب باختر تهران بزرگ، اندازه گیری های انجام شده توسط سازمان نقشه برداری کشور نشستی به میزان حدود یک ونیم متر را در ۹ سال گذشته در منطقه ۱۸ و ۱۹ شهرداری نشان می دهد. براساس بررسی های انجام شده، شواهدی در دست است که نشان می دهد این پدیده در دشت های دیگر ایران چون اراک، نهاوند، خمین، گلپایگان، نطنز، یزد و ابرکوه نیز در حال شکل گیری است. این موارد نمایانگر آن است که بازنگری و تغییر در استراتژی مدیریت منابع آب ایران در توسعه پایدار کشور اجتناب ناپذیر است.

میزان بیشینه نرخ فرونشست زمین در ایران تا سال ۱۳۸۷



میزان فرونشست در استان تهران:

- ۱- دشت ورامین تا ۳۶ سانتی متر در سال هم گزارش شده است.
- ۲- شمال ری حوالی آزادگان ۲۵ سانتی متر در سال.
- ۳- مناطق ۱۷- ۱۸- ۱۹ تا جاده ساوه ۲۱ تا ۳۶ سانتی متر در سال.
- ۴- جنوب شرقی شهریار



راهکارهای مقابله با فرونشست:

فرونشست ها و پیامدهای ناخوشایند آن ها، متأسفانه سرشتی بازگشت ناپذیر دارند و به سختی می توان آنها را کند و مهار نمود. و اما راه علاج مقابله با این مخاطره در کمین نشسته، سیاستگذاریهای صحیح در مدیریت شهریست بدین معنا که هر نوع توسعه شهر بر مبنای زیر ساختهای موجود علی الخصوص منابع آب و اقلیم منطقه صورت گیرد.



فضاهای سبز شهری متناسب با میزان منابع آب موجود گسترش یابد و از گونه های مناسب آب و هوایی هر منطقه کشت شود تا از هدر رفت منابع آب جلوگیری شود. در توسعه شبکه های ریلی و حفر تونلها مقررات و مهندسی خاصی بکار رود تا از افزایش تنش در سطح زمین و ایجاد پتانسیل فرو ریزش لایه های سطحی جلوگیری شود.



معماری صحیح در طراحی خیابانها و اماکن مسکونی و اداری صورت گیرد تا از هدر رفت آب و انرژی برای ایجاد سرمایش یا گرمایش ممانعت شود. همانگونه که در مقررات ساختمان مبحثی برای مقام سازی و مقابله با خطر زلزله پیش بینی شده مقرراتی برای الزام تغذیه آب باران و تصفیه فاضلاب محیطهای بزرگ مسکونی و تجاری وضع شود. فرهنگ مصرف صحیح منابع آب در شهروندان و مسئولین مدیران شهری ترویج یابد .



وسعت اراضی کشاورزی مجاور محدوده شهرها جدای از توسعه شهری نیست چرا که سهم زیادی از مصرف آب در بخش کشاورزی و تولید غذا برای همان شهروندان است لذا توسعه هر کدام می بایست متوازن و متناسب با منابع آب موجود صورت گیرد با اعمال اینگونه سیاستها در مدیریت شهریست که زلزله خاموش برای همیشه خاموش می ماند و محیط امن شهری ایجاد می شود.



همچنین بعنوان راهکار فوری و اضطراری دست کم می توان به جلوگیری از ادامه فعالیت استفاده کنندگان غیر مجاز و چاههای حفر شده به این طریق (که در بسیاری موارد تعداد آنها از چاههای مجاز بیشتر است) مبادرت ورزید. در غیر اینصورت و با روند موجود ضمن از دست دادن بخش عظیمی از منابع آب برای همیشه، پدیده هایی نظیر فروچاله ها و فرونشست های ناحیه ای با ابعاد نامعلوم و با آسیب های جبران ناپذیر، باز هم بوقوع خواهد پیوست.



راههای کنترل فرونشست به صورت موردی:

- ۱- توجه به آب زیست محیطی سدها و تخصیص بخشی از آب سدها به تغذیه دشتهای پائین دست که این موضوع تنها در گروه کاهش مصرف آب در بخشهای مختلف مصرف است.
- ۲- مدیریت مصرف در همه بخشهای مصرف خصوصاً بخشهای شرب و کشاورزی که عمده مصرف آب در این دو بخش است.
- ۳- جلوگیری از تولید محصولات با مصرف بالای آب مثل صیفی جات و... یا عبارتی تغییر الگوی کشت و حرکت بسمت کشت گیاهان با ارزش افزوده بالا اما کم مصرف در بخش آب.
- ۴- عزم ملی در تعادل بخشی به آبخوانها با انسداد چاههای غیر مجاز و برخورد با پدیده حفر چاههای غیر مجاز و کنترل بهره برداری از چاههای مجاز با نصب کنتورهای هوشمند.
- ۵- اجرای سریعتر پروژه های تصفیه و انتقال پسابهای شهری و روستایی بعنوان منابع جایگزین با آب زیرزمینی.
- ۶- آموزش همگانی در آگاهی سازی خطرات این پدیده.
- ۷- قطع مصارف غیر ضرور مانند شستن خیابانها و معابر و آبنماها.
- ۸- تغییر سیستم آبیاری در فضاهاى سبز شهری.

فيلم فرونشست:

منابع

- بازدید میدانی و پژوهش
- مصاحبه با کارشناسان بخش آب
- مقالات دفتر حفاظت منابع آب شرکت آب منطقه ای تهران
- مجله گسترش صنعت
- فرونشست زمین در اثر افت سطح آب زیرزمینی در جنوب غربی تهران
تردست، علی؛ مرتضی موسوی؛ محمدجواد بلورچی و امیر شمشکی، ۱۳۹۰،
- ارتباط فرونشست زمین و افت سطح آب های زیر زمینی، مجتبی ایمانی و همکاران.
- سایت ها و منابع اینترنتی

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

آذر ماه ۱۳۹۵

